3.

ÜBER DIE

SEHNERVEN-WURZELN

DES

MENSCHEN.

URSPRUNG, ENTWICKELUNG UND VERLAUF

IHRER

MARKFASERN.

SEHNE

URSPRUNG,

3

ÜBER DIE

SEHNERVEN-WURZELN

DES

MENSCHEN.

URSPRUNG, ENTWICKELUNG UND VERLAUF

IHRER

MARKFASERN.

SEHN

URSPRU

PRIVATDOC

VE

ÜBER DIE

SEHNERVEN-WURZELN

DES

MENSCHEN.

URSPRUNG, ENTWICKELUNG UND VERLAUF

IHRER

MARKFASERN.

VON

Dr. STEFAN BERNHEIMER

PRIVATDOCENT DER AUGENHEILKUNDE AN DER UNIVERSITÄT HEIDELBERG.

MIT DREI FARBIGEN TAFELN.

WIESBADEN.

VERLAG VON J. F. BERGMANN.

1891.

Das Recht der Uebersetzung bleibt vorbehalten.

Kgl. Universitätsdruckerei von H. Stürtz, Würzburg.

DEM ANDENKEN

OTTO BECKER'S

GEWIDMET.

Digitized by the Internet Archive
in 2014

https://archive.org/details/b21634592

Inhalts-Verzeichnis.

	Seite
Einleitung, Untersuchungsmethoden	1
Äusserer Kniehöcker	12
Kurze Übersicht der Befunde	37
Innerer Kniehöcker und Sehhügel	39
Kurze Übersicht der Befunde	70
Vierhügelgegend	73
Schlussbemerkungen	84

Einleitung.

Schon vor zwei Jahren, als ich meine Untersuchungen über die Entwickelung und den Verlauf der Markfasern im Chiasma nervorum opticorum des Menschen veröffentlichte, hatte ich mir vorgesetzt, in derselben Weise die Stammganglien des Gehirns, insoweit dieselben mit den Sehnerven in Verbindung stehen, zu bearbeiten. Hatte ich doch hinlänglich Gelegenheit gehabt einzusehen, wie ausserordentlich wertvolle und verlässliche Thatsachen durch die Anwendung der Weigert'schen Färbung für den Verlauf von bestimmten Markfaserzügen gewonnen werden können, sofern Einem genügendes Material embryonaler Gehirne zur Verfügung steht. Gerade der Umstand, dass im embryonalen Centralnervensystem die Markhüllen der einzelnen Faserzüge noch nicht fertig gebildet sind, gestattet den Verlauf bestimmter Nervenzüge, ja sogar in dem Gewirre derselben, einzelne feine Fasern zu verfolgen und zwar, was die Hauptsache ist, bis in die entsprechende Ganglienzellengruppe, der Wurzelstätte derselben.

Es lässt sich nicht leugnen, dass durch die vielfach angewandte Zerfaserungsmethode [Arnold (1), Meynert (2), Stilling (3)] ganz bedeutende Erfolge erzielt wurden. Für die Topographie grosser Faserzüge leistet diese Methode alles. Ihr verdanken wir die Kenntnis eines guten Teiles von Faserverteilung im Gehirne.

Ihre Vorteile hören aber auf, sobald es sich um feinere Details handelt, sobald wir aus einem Fasergemenge heraus einzelne Bündel, oder gar Einzelfasern verfolgen sollen; sobald sich verschiedenartige Faserzüge verfilzen und dann wieder verschiedenen Wurzelstätten zueilen; sobald überhaupt an uns die Frage herantritt: „Wo entspringen die Fasern?“ —

Will man mit genügender Sicherheit von Ursprungsstellen eines Nerven sprechen, dann ist eben der Nachweis eines Zusammenhanges zwischen Nervenfasern und Ganglienzellengruppe Notwendigkeit. Ohne diesen Nachweis bleibt alles blosse Vermutung. Um aber mit Sicherheit diesen Zusammenhang festzustellen, muss man im stande sein, die Einzelfaser verfolgen zu können. Dies ist nur möglich, wenn die Einzelfaser im Schnitte soweit isolirt und durch Färbung sichtbar gemacht ist, dass sie eben als solche erkannt und verfolgt werden kann. Durch die Weigert'sche Färbung der embryonalen Gehirnschnitte werden beide Bedingungen erfüllt. Im Embryo und der unreifen bis reifen Frucht und bei Kindern von 1 bis 4 bis 8 wöchentlicher extrauteriner Lebensdauer, sind die Markscheiden teils in der ersten Entwickelung begriffen, teils fertig gebildet. Sie sind noch so zart und dünn, dass die neben einander liegenden Markfasern sich nicht berühren, nicht ineinander übergehen oder sich überdecken, sondern sie sind vollständig isoliert, stets durch ungefärbtes helles Gewebe von einander getrennt, so dass sie auf weite Strecken hin in natürlicher Isolierung als Einzelfaser verfolgbar sind.

Untersucht man gleiche Stellen im Gehirne Erwachsener, dann ist man überrascht über die Unmöglichkeit, den klaren Einblick, den man bei der unreifen Frucht gehabt, wieder zu gewinnen. Unentwirrbar durchkreuzen und überdecken sich Fasern, die anscheinend parallel verlaufen. Es ist unmöglich mit Bestimmtheit anzugeben, wie und wohin die Faserzüge gehen. Man sieht Faserzüge, die man früher nicht erkannt, nach neuen

Richtungen laufen. Untersucht man sie an äusserst dünnen Schnitten, bei stärkerer Vergrösserung, dann wird man der Täuschung freilich gewahr. Es sind keine einzeln zu verfolgende Faserzüge, sondern unentwirrbare Gemenge verschiedener Faserkomplexe, die neue Richtungen, neue Wurzeln eines Nerven, dem sie in Wirklichkeit gar nicht angehören, vortäuschen, mithin verleiten falsche Befunde als anatomische Thatsachen aufzunehmen und zu verzeichnen. Wie will man solche innig mit einander verfilzte nicht zusammengehörige Faserkomplexe fasern? Wie will man überhaupt erkennen, dass es sich um solche Fasermischungen handelt, wenn man an Faserungspräparaten die Ursprünge eines Nerven studieren will?

Es soll damit nicht gesagt sein, dass die Schnittserienmethode, angewendet an unreifen Früchten und verbunden mit Weigert's Färbung, allein im stande sei in die centralen Vorsprünge der Nerven Klarheit zu bringen. Im Gegenteil, beim Lesen dieser Blätter wird es sich zeigen, dass diese Methode den Untersucher sehr oft im Stiche lässt, ganz besonders sofern er seine Befunde auch durch Zeichnungen belegen will. — Eine gute, wahre und unverfälschte Zeichnung mikroskopischer Befunde ist oft geeignet, die beste Beschreibung zu ersetzen. Es ist daher wohl ein Vorzug dieser Untersuchung, wenn wenigstens einige strittige, oder noch nicht vollkommen feststehende anatomische Befunde als sichere anatomische Thatsachen, durch naturgetreue Zeichnungen weiteren Kreisen vor Augen geführt werden. Für eine Anzahl von Befunden konnte das nicht erreicht werden, diese müssen durch getreue, möglichst verständliche Beschreibung bekannt gegeben werden. Sie werden aber deswegen, nach meiner Überzeugung, dem Fachmann nicht minder glaubwürdig und feststehend erscheinen. Dass sie nicht durch Zeichnung, das heisst mikroskopische Zeichnung, wiedergegeben werden können, liegt in der Natur der Sache selbst und das ist der Punkt, wo wir die von uns gepriesene Methode

nicht das leisten sehen, was wir bei anatomischen Untersuchungen ungerne missen.

Ich habe schon in meiner früher erwähnten Arbeit angeführt, dass man für den Verlauf gewisser Fasern, wenn dieselben nicht nahezu in einer Ebene liegen, die kombinierte Untersuchung ganzer lückenloser Schnittserien heranziehen muss. Der Untersucher selbst kann dann wohl auch die sichere Überzeugung von dem Verlauf einer Faser oder noch besser eines Faserbündels gewinnen, er kann auch seiner durch aufmerksame Durchmusterung der Serienschnitte gewonnenen Überzeugung Ausdruck geben, er kann aber nicht wie im anderen Falle, den rein anatomischen durch keine Kombination komplizierten Beleg in der Zeichnung wiedergeben.

Gerade beim Studium der Wurzeln des Sehnerven tritt dieser Fall, wo Fasern in verschiedenen Ebenen verlaufen, sehr häufig ein; es war daher nicht möglich, für jede feststehende Wurzel auch eine beweisende Zeichnung zu liefern. Bei der Beschreibung der einzelnen Präparate aus den verschiedenen Altersstufen wird dieser Umstand noch genügend berücksichtigt werden. Es sei aber hier schon darauf hingewiesen, wie durch die Kombination mehrerer Schnittrichtungen der mehr oder weniger gewundene Verlauf mancher Bündel festgestellt, und sonach doch auch für solche Faserzüge mit Sicherheit der Verlauf und die Wurzelstätte angegeben werden kann. Es handelt sich dabei um genaue und lückenlose Anlegung von Serienschnitten und bei Untersuchung verschieden alter Objekte um genaue Einhaltung derselben Schnittrichtung, da nur dann der Vergleich der Fasern aus den einzelnen Entwickelungsstufen von Wert sein kann.

So grosse Vorzüge die Methode der Untersuchung unreifer Früchte bei Anwendung der Weigert'schen Färbung auch haben mag, so lässt es sich doch nicht verkennen, dass die zuletzt in

dieser Frage von Stilling (3) in so ausgedehnter Weise angewandte Faserungsmethode Ergebnisse zu Tage gefördert hat, durch welche, und an welchen die embryologische Untersuchungsart erst mit Vorteil angewandt werden konnte. Ich bin sonach weit davon entfernt zu meinen, es könnte jede andere Untersuchungsart entbehrt werden. Gerade in der hier behandelten Frage, der Wurzeln des Sehnerven, wurden Stillings eingehende Untersuchungen und schönen Abbildungen mit Vorteil nachuntersucht und studiert. Seine Untersuchungen dienten vielfach als willkommener Ausgangspunkt für weitere Nachforschungen. Ganz besonders erwünscht waren dieselben zur Feststellung vorteilhafter Schnittführungen, was sich als ein wichtiger Faktor im Gang der Untersuchung herausstellen wird. Nur die richtige Wahl und bestimmte Feststellung der Schnittführung kann überhaupt zu einem befriedigenden Resultate führen.

Es mag hier gleich erwähnt sein, wie sich diese Auswahl der Schnittebene nach dem Alter der zu untersuchenden Frucht richten muss, wie dieselben Fasern in verschieden alten Objekten, wenn der Altersunterschied ein nennenswerter ist, nur bei Einhaltung einer bestimmten, für die betreffende Altersstufe auszuwählenden Richtung wieder zu finden sind. Anfangs kam es vor, dass sich dem Untersucher an den verschiedenen Objekten ungleiche Befunde im Verlaufe der Fasern darboten, sodass man veranlasst war, an eine Unbeständigkeit des Faserverlaufes und der Wurzelgebiete zu denken. Es zeigte sich jedoch gar bald, dass es sich bloss um geringe Verschiebungen der Gehirnteile zueinander handeln konnte, wie sie sich während der letzten Periode des intra- und der ersten Zeit des extrauterinen Lebens am Centralnervensystem vollziehen. Es sind dies Verschiebungen geringster Art, die nur bei genauer, zu diesem Zwecke angestellter Beobachtung auffallen können, die aber vollauf genügen, um bei Einhaltung einer bestimmten Schnittführung andere Ebenen zu treffen, in denen eben nicht jene Fasern in genau derselben

Richtung verlaufen, wie an höher oder niederer entwickelten Objekten festgestellt werden konnte.

Dass dadurch die ganze Untersuchung um ein bedeutendes erschwert wurde, ist klar. Nicht allein durch die technischen Schwierigkeiten, die übrigens allein schon genügen konnten, die Arbeit nahezu unausführbar zu machen, sondern vielleicht noch mehr durch den anfangs empfindlichen Verlust an Material. Bei jeder derartigen Untersuchung geht naturgemäss im Anfange ein kleiner Teil des Materials durch die vorbereitenden Versuche für die Arbeit selbst verloren, wenn auch indirekt dieselbe dadurch bestens gefördert wird. Gerade für vorliegende Arbeit war die Beschaffung des Materials nicht leicht. An kleinen Universitäten liefern die Gebäranstalten wenig, und das Wenige kann selten frühzeitig genug erhalten werden. Die vollkommene Frische des Gehirnes ist aber gerade bei der Untersuchung von Embryonen unreifer und reifer Früchte von ganz besonderer Wichtigkeit. Nur frische Gehirne sind für die Untersuchung und Färbung brauchbar zu härten, und nur gut gehärtetes Material kann überhaupt verwendet werden. Die Behandlung des frischen Gehirns und die Art der Härtung ist nicht gleichgiltig. Es wird sich bald Gelegenheit bieten, darauf näher einzugehen, und die Wichtigkeit dieser vorbereitenden Manipulationen darzuthun.

Ich bin meinem Freunde Dr. Mittermaier, Assistenten an der königl. Frauenklinik in Berlin, zu grossem Danke verpflichtet. Nur durch seine wiederholte Sendung einer grösseren Anzahl meist gut erhaltener Gehirne aus den verschiedenen Altersperioden ist es mir möglich geworden, die Arbeit zu einem befriedigenden Abschlusse zu bringen und was mir besonders wichtig scheint, überhaupt die vergleichenden Studien an den verschieden alten Früchten vorzunehmen; bis zu einem gewissen Grade der Vollständigkeit, die Zeit, den Ort und die Art der Bildung des Markes in den Wurzeln des Sehnerven festzustellen. Dass dies nur bis zu einem gewissen Grade der Vollständigkeit geschehen

konnte und nicht in der Vollständigkeit, wie für das Chiasma und den Sehnerven, ist wohl begreiflich, denn dazu bedürfte es, bei der Mannigfaltigkeit des Faserverlaufes, eines kaum zu beschaffenden Materials und eines bedeutenderen Zeitaufwandes, bedeutender als er bis nun schon gewesen. Immerhin sind die Resultate befriedigende und genügend, um mit Bestimmtheit, der Hauptsache nach, die Frage der zeitlichen und örtlichen Markbildung zu beantworten.

Das Material zu einem Teile der Vorarbeiten und zu den letzten abschliessenden Untersuchungen, besonders reife und überreife Früchte und 2—4wöchentliche Kinder, verdanke ich dem hiesigen pathologischen Institute, beziehentlich meinem Freunde Doz. Dr. Paul Ernst. Dieses Material war, wenn auch viel weniger zahlreich als das Berliner, von grossem Werte, da ich mir die nötigen Gehirnstücke in der vorteilhaftesten Weise gleich ausschneiden und härten konnte.

Bei der nun folgenden Beschreibung der mikroskopischen Befunde aus den einzelnen Altersstufen und Wurzelgebieten wird sich die Frage der örtlichen und zeitlichen Markbildung nicht ganz von der Frage des Faserverlaufes trennen lassen. Es wird immerhin versucht werden, die Ergebnisse auch übersichtlich aneinanderzureihen. Die überaus umfangreiche Litteratur wird im Verlaufe der Besprechung ihre gebührende Berücksichtigung finden, es werden aber hauptsächlich jene Arbeiten erwähnt werden, welche gleich dieser den anatomischen Nachweis der Sehnervenwurzeln erstreben. Die grosse Menge der experimentellen Tierversuche, der pathologisch-anatomischen Arbeiten, fällt schon ausserhalb des Rahmens dieser rein anatomisch-embryologischen Studie, sie werden daher nur wenig oder gar nicht berücksichtigt werden. Eine derartige erschöpfende Litteraturbearbeitung würde auch den Umfang der Arbeit vermehren und damit gewiss nicht die Verständlichkeit und den Werth derselben erhöhen.

Von welch' grosser Wichtigkeit die richtige Vorbereitung

des Materials ist, und wie sehr der Erfolg der Untersuchung davon abhängt, wurde schon erwähnt. Es mag trotzdem nicht überflüssig erscheinen, wenn nochmals darauf eingegangen wird und wenn das Technische auch ausführlicher besprochen wird. Nichts was einem Nachuntersucher von Nutzen sein könnte, soll übergangen werden.

Je jünger die Gehirne, desto sorgfältigere Behandlung muss ihnen zu teil werden. Bei Embryonen ist es vorteilhaft, das Gehirn nicht gleich herauszunehmen, denn die grosse Weichheit desselben gestattet diese Prozedur nicht immer ohne Schaden für die Zusammengehörigkeit der einzelnen Teile. Es ist daher gut, sich vorerst auf eine ausgiebige Eröffnung des Schädeldaches zu beschränken, und zwar so, dass man mit einer stumpfen Scheere, bei möglichster Schonung der Hirnhäute die Knochen von den Fontanellen aus, längs der späteren Knochennähte, bis auf die Schädelbasis von einander trennt. Die einzelnen Schädelknochen können dann vollständig zurückgeschlagen werden und das Gehirn, welches auf der Schädelbasis aufsitzt, wird nunmehr bloss noch von der zarten Hirnhaut bedeckt. Die umgebogenen Schädelknochen können wieder zurückgeschlagen werden und so dem Gehirne zum Schutze dienend, mit diesem in Müller eingelegt werden. Oder man trägt die Knochenschalen mit der Haut an der Schädelbasis ab, und bindet das nur von der Schädelbasis und dem angrenzenden Gesichte bedeckte Gehirn, zum Schutze desselben, in ein feines, reines Tüllsäckchen ein. Hat man für das Gesicht des Embryo keine Verwendung, so ist es von grossem Vorteile dieses bis knapp an die Schädelbasis heran abzutragen; dadurch wird das Gehirn auch von dieser Seite her für die konservierende Flüssigkeit zugänglicher, und das ganze Präparat ruht mit ebener knöcherner Fläche auf dem Boden des Gefässes auf; das Gehirn kann in keiner Weise durch Druck der Glasgefässwände Formveränderungen oder Verunstaltungen erleiden. Selbstverständlich ist bei diesen, wie bei allen Gehirnen

absolute Notwendigkeit, die Flüssigkeit möglichst fleissig zu wechseln; in der ersten Zeit täglich, und nicht erst dann, wenn die Flüssigkeit trüb geworden, es bilden sich sonst zu leicht Pilze, die nicht mehr weg zu bringen sind und das Gehirn erhält dann niemals eine Konsistenz, die es gut schnittfähig macht. Bei solchen embryonalen Gehirnen kann man es unterlassen, Einschnitte in die Hemisphären zu machen. Hat man die Gesichtsteile des Schädels und die Hirnschale nicht abgetragen, dann muss man das Gehirn vor dessen Verarbeitung etwa nach 10 bis 14tägiger Härtung aus dem Schädel herausnehmen, denn sonst wird es zu brüchig und zerfällt dabei gerade an der für uns wichtigsten Stelle, in der Chiasma- oder Thalamusgegend.

Vor der achten bis zehnten Woche sollten solche embryonalen Gehirne nicht der Müller'schen Flüssigkeit entnommen werden. Will man das Objekt früher schnittgerecht machen, dann kann man die Härtungszeit um mindestens die Hälfte durch Brutofenwärme (höchstens 37° C.) abkürzen. Ich ziehe, wenn thunlich, die langsame Härtung bei Zimmertemperatur bei weitem vor. Handelt es sich, wie in unserem Falle, um Anfertigung möglichst dünner, lückenloser Serienschnitte, von etwa Markstückgrösse, dann erweist sich das bei Brutofenwärme gehärtete Material oft etwas zu brüchig, es ist nicht geschmeidig und elastisch genug. Bei der Nachhärtung in Alkohol habe ich wiederum die in meiner Chiasmaarbeit aufgestellten Regeln mit Vorteil befolgt und kann nur empfehlen, bei ähnlichen Untersuchungen stets darnach zu handeln. Von der Müller'schen Flüssigkeit lege man die Objekte direkt, ohne vorheriger Spülung mit Wasser, erst in 60, dann 80 und 90% Alkohol bis zur Entfärbung der Flüssigkeit, und schütze die Objekte vor Licht. Vollständiges Klarbleiben des Alkohols ist nicht notwendig. Wenn die Gehirnstücke schon vorher gut gehärtet sind, kann man auch vor vollständiger Farblosigkeit des Alkohols zur Entwässerung und zu der bekannten Einbettung übergehen.

Anders muss man bei Gehirnen unreifer, reifer Früchte und mehrwöchentlicher Kinder verfahren. Diese müssen gleich, möglichst frisch, der Schädelhöhle entnommen werden. Bei unreifen und reifen Früchten kann man dabei wiederum die Schädelknochen in der früher erwähnten Weise lostrennen, und möglichst nahe an der Gehirnbasis mit einer starken Scheere abschneiden. Diese Art der Eröffnung des Schädels ist der üblichen mit der Säge vorzuziehen, da mit dieser das Gehirn leicht eingeschnitten wird, und dann nur schwer ganz und mit Schonung der für uns wichtigen Teile herauspräpariert werden kann. Es ist von grossem Vorteile an dem frischen Gehirne sofort die grossen Hemisphären in der üblichen Weise bis zum Corp. callosum abzutragen, ebenso das Kleinhirn mit Schonung der Brücke, und, mit zwei frontalen einander parallel gerichteten Schnitten, das Vorder- und Hinterhirn, so dass nur das Zwischenhirn, die Stammganglien mit den angrenzenden Gehirnteilen, übrig bleibt. Diesen Gehirnkern mit seiner Umgebung legt man nun mit der Basis nach oben, also auf die ziemlich ebene Schnittfläche der Hemisphären in ein genügend grosses Gefäss mit Müller'scher Flüssigkeit. Das Gefäss muss gross sein, damit man mit der ganzen Hand, auf der das Gehirnstück ruht, in dasselbe eingehen und das Objekt vorsichtig abstreifen kann. Will man ganz sicher gehen, dann legt man das Gehirn von Anfang an in ein entsprechend grosses Tüllstück, vollführt die Abtragung der Stücke auf demselben, schlägt es um, dass die Basis des Gehirnes nach oben sieht und taucht es mit dem Tüllstück in die Flüssigkeit. Auf diese Art wird das Hirn am meisten geschont und kann dasselbe auch beim Wechseln der Flüssigkeit, in und an der Tüllhülle, leicht und schonungsvoll aus dem Gefässe herausgenommen und wieder eingelegt werden. So behandelte Gehirne erlangen eine vorzügliche Konsistenz und können bei einiger Geschicklichkeit mit dem Jung'schen Mikrotom in tadellose Serienschnitte von 10 μ Dicke zerlegt werden.

Sobald die Härtung nicht in dieser Weise vorgenommen, das Gehirn nicht frisch zerteilt worden war u. s. w., ist die Zerlegung in Serienschnitte unvollkommen und schwer durchführbar.

Mit den Gehirnen mehrwöchentlicher Kinder verfährt man am besten ebenso, nur muss man dabei die Hirnschale in der gewöhnlichen Weise mit der Säge abtragen, da die Scheere nicht mehr leicht genug durchdringt.

In dieser Weise wurden 25 Gehirne von Embryonen, unreifen, reifen und überreifen Früchten gehärtet, mithin 50 Sehnervenstämme mit ihren Wurzeln aus den verschiedenen Altersstufen nach den verschiedensten Richtungen in Serienschnitte zerlegt. Ausserdem kamen noch drei Gehirne zwei bis sechswöchentlicher Kinder, und zwei von Erwachsenen zur Untersuchung; im ganzen also 60 Sehstreifen mit ihren Wurzelganglien.

Äusserer Kniehöcker.

Es wurde schon anfangs erwähnt, dass die Verfolgung der fertigen, und sich mit Mark umhüllenden Fasern des Traktus in die Wurzelganglien, äusserst mühsam und zeitraubend ist, weil die Fasern in verschiedenen Ebenen verlaufen und sonach nicht ganz auf einem Schnitte zu treffen sind. Dies gilt aber nicht für alle Faserzüge; es giebt solche, die einen der Fläche nach gestreckten Verlauf haben, und bei denen man die Einzelfaser in ihrer ganzen Länge auf ein und demselben Präparate verfolgen kann. Für diese Fasern konnte der Verlauf, die Art des Ursprunges und Eintrittes in den Sehstreifen genau festgestellt werden; es konnte aber auch Genaues über die Entwickelung der Markhülle gefunden werden, denn es war für diese Fasern leichter dieselbe Schnittführung an den verschieden alten Gehirnteilen wieder zu finden, als für jene, welche nicht wie diese ihren bestimmten, in derselben Ebene vorgezeichneten Verlauf einhielten; besonders nachdem festgestellt worden war, in welcher Art die äussere Form des betreffenden unreifen Gehirnstückes von dem gleichwertigen einer reifen Frucht oder eines Erwachsenen abwich.

Für die zweite Gruppe von Faserzügen von weniger regelmässigem, gestrecktem Verlaufe war es nicht immer möglich, wenigstens mit Sicherheit nicht, an weniger entwickelten Gehirnen die passende Schnittführung wieder zu finden. Man kann wohl sagen, dass für diese Faserzüge in Bezug auf die Fest-

stellung ihrer Entwickelung mit nahezu unüberwindbaren technischen Schwierigkeiten zu kämpfen war. Man möge sich daher nicht wundern, wenn die entwickelungsgeschichtlichen Daten dieser Markfasergruppe nicht mit der erwünschten anatomischen Sicherheit festgestellt werden konnten.

Aus diesem Grunde scheint es mir passend, das ganz bedeutende mikroskopische Material so zu sichten, dass zunächst jene Markfasern in Bezug auf ihre Entwickelung und den Verlauf besprochen werden, welche mit jener Sicherheit verfolgt und studiert werden konnten, die für eine anatomische Studie erforderlich ist. Es hat diese Art der Beschreibung auch den Vorteil, dass das ohnehin an Einfachheit und Klarheit mangelnde Gebiet der Sehnervenwurzeln nicht noch mehr kompliziert und weniger verständlich werde. Endlich scheint es mir wünschenswert, bei der Beschreibung der Befunde den Weg wieder zu begehen, der bei der Untersuchung eingeschlagen worden ist.

In der Chiasmaarbeit konnte die Faser von vornherein von ihrer ersten Entwickelung an bis zur Vollendung studiert und beschrieben werden und daraus konnte ein sicherer Schluss auf ihren Verlauf gezogen werden. Bei der Untersuchung der Sehnervenwurzeln musste etwas anders vorgegangen werden. Es musste als erstes Untersuchungsobjekt ein solches hervorgeholt werden, an welchem voraussichtlich die einzelnen Faserzüge schon soweit entwickelt waren, dass sie sicher erkannt und verfolgt werden konnten, erst dann durfte und konnte man daran gehen, an weniger entwickelten Gehirnen diese Fasern wieder aufzusuchen, ihre Entwickelung zu studieren und die Beständigkeit ihres Verlaufes festzustellen.

Zu diesem Ende schien mir die ausgetragene oder nahezu ausgetragene Frucht am geeignetsten. In meiner früheren Arbeit hatte ich gefunden, dass die Achsencylinder erst im Chiasma des 2—3wöchentlichen Kindes wohl bis an ihr Ende mit Mark umgeben sind, dass sie aber immer noch zarter und dünner als beim

Erwachsenen sind und sozusagen in natürlicher Isolirung ihren Verlauf weit klarer verfolgbar machen. Da ich ferner für den Traktus das Chiasma und den Sehnerven festgestellt hatte, dass die Markumhüllung vom Centrum zur Peripherie vorschreitet, so konnte ich mit einiger Sicherheit vermuten, an der ausgetragenen oder nahezu ausgetragenen Frucht die besten Bedingungen für die vorerst festzustellende Schnittführung vorzufinden. Meine Voraussetzung erwies sich, wie es sich zeigen wird, als richtig und so behielt ich denn diese Entwickelungsstufe als Ausgangspunkt für die Untersuchung bei.

Ich habe es vorgezogen, für den Anfang unabhängig von allen vorliegenden gewiss nicht spärlichen Befunden vorzugehen. Ich habe mir also nicht vorgesetzt, diese oder jene Wurzel, von Diesem beschrieben, von Jenem geleugnet, wiederzufinden oder wegzuleugnen, sondern ich habe mir vorgenommen, nach einer mir passend und vorteilhaft erscheinenden Methode die in Betracht kommenden Centralganglien vom Traktus aus nach verschiedenen Richtungen hin in Serienschnitte zu zerlegen. Wohl nach einem Plane, doch nicht nach Bestimmtem suchend, mit der Absicht, dies oder jenes finden zu wollen! Ich kann nicht umhin, an dieser Stelle dieser Art der Untersuchung, sofern es sich um ernste anatomische Fragen handelt, über die viel und vieles geschrieben worden ist, das Wort zu sprechen. Es mag weniger geistreich sein, ohne vorher am grünen Tisch sich ausgedacht zu haben was man finden, ja ich möchte sagen, sehen will, an eine Untersuchung heranzutreten, sicher ist es weniger verfänglich und gefährlich und bei weitem befriedigender, weil wahrer. Was man erreicht, wenn man etwas beweisen will, hat sich in der viel besprochenen und beschriebenen Chiasmafrage deutlich gezeigt.

Bei allen Schnittführungen wurde darauf geachtet, wenigstens einen Teil des Traktus mit in die Schnittebene zu bekommen, damit man sicher sein konnte, dass die getroffenen Fasern wirk-

lich diesem angehören. So wurde denn von einer ausgetragenen, gleich nach der Geburt an Asphyxie abgestorbenen Frucht, nach genügend langer Härtung, der Traktus der einen Seite mitsamt dem dazugehörigen Thalamus, Corpus geniculatum internum und externum und mit dem darunterliegenden Gehirnstück ausgeschnitten. Durch einen frontal gerichteten Schnitt wurde dann der nicht mit dem Thalamus und Grosshirnschenkel verbundene Traktusanteil, demnach der freiliegende vordere Abschnitt beseitigt, sodass nur das Wurzelstück des Traktus mit dem angrenzenden Thalamusteil, den beiden Kniehöckern und dem angrenzenden Gehirnstücke vom Schläfenlappen übrig blieb.

Dieses Stück wurde zur Schnittführung so eingebettet, dass die Schnittebene in sagittaler Richtung durch die Längsachse des Traktusteiles und durch die schiefe Längsachse des Corpus geniculatum externum führte, jedoch so, dass der erste Schnitt noch ausserhalb der äusseren Fläche des äusseren Kniehöckers geführt wurde, die folgenden Schnitte daher den ganzen Kniehöcker von aussen nach innen, im Sinne von oben nach unten, in Serienschnitte zerlegten. Das angrenzende Traktusstück wurde dementsprechend ebenfalls von aussen nach innen her in Serienschnitte zerlegt, wobei die Längsachse des Sehstieles in sagittaler Richtung getroffen wurde. Die bezeichnete Schnittebene deckt sich nicht genau mit der Sagittalebene, weil der Traktus bekanntlich vom Kniehöcker aus nach vorne gegen das Chiasma zu konvergiert. Da ausserdem der äussere Kniehöcker selbst mit seiner Sagittalebene auch nicht senkrecht steht, sondern etwas nach innen oben und aussen unten geneigt ist, so erleidet die Schnittebene eine in doppeltem Sinne von der genauen Sagittalebene abweichende Richtung. Diese Richtung ergiebt sich übrigens dadurch von selbst, dass man die flache Messerklinge zugleich an Traktus und Kniehöcker von aussen her so anlegt, dass die Fläche des Messers die gekrümmten Oberflächen der beiden Gebilde zugleich rein tangential berührt. Das Stück wird dann so

in den Mikrotomschlitten eingeklemmt, dass genau in dieser Richtung weitergeschnitten werden kann.

Es ist gewiss nicht gleichgiltig, ob man sich an diese Anordnung gehalten, denn nur wenn dies geschehen, gelingt es, an den Schnitten Wurzelfasern zu finden. Bei jeder anderen Richtung entstehen Bilder, welche eine ganz falsche Auffassung von dem Verhältnis des Traktus zum äusseren Kniehöcker veranlassen.

Untersucht man einen Schnitt aus dieser Serie und zwar einen, der etwa der Mitte des Corpus geniculatum entspräche, bei schwacher Vergrösserung (Z. Ob. a_3, Ok. 2), so sieht man (T. 1) vor allem den Durchschnitt des Kniehöckers in Form eines langgestreckten Ovales, das an einzelnen Stellen leichte Einkerbungen zeigt. Nach oben ist es mit einem scharfen, wohl markierten Rande frei begrenzt (untere schmale Kante), nach unten hebt es sich, nur am hinteren Ende mit einer scharfen Einkerbung versehen, von dem angrenzenden mehr homogen aussehendem Gewebe deutlich ab. Nach vorn geht das Oval in eine immer schmäler werdende, dann gleich breit bleibende, dunkler gefärbte Gewebsmasse, den Traktus, über. Schon bei dieser Vergrösserung erkennt man die Verschiedenartigkeit des Gewebes.

Im Bereiche des Corpus geniculatum sieht man allenthalben eine grobe Körnelung des Gewebes, die aber nicht über die ganze Fläche gleichmässig stark verteilt ist, sondern die Masse erscheint deutlich durch hellere, aber auch noch granulirte, streifenartig angeordnete Stellen in einzelne Segmente geteilt. So sieht man gerade an diesem Schnitte deren vier, wovon zwei besonders gross und auch wieder von mehr ovaler Form sind. Die Sonderung in diese vier Felder scheint dadurch entstanden, dass in der Gegend der hellen Streifen die rundlichen, gelblichen Gebilde weniger zahlreich als in den erwähnten Feldern angeordnet sind; es scheint nicht, als wären sie durch anderes Gewebe von einander geschieden.

Von der schmalen vorderen Seite her strahlen in die Masse des Kniehöckers blauschwarz gefärbte, äusserst feine Fäserchen büschelförmig ein, dieselben lassen sich peripheriewärts in den als Traktus erkannten schmalen Anteil des Schnittes verfolgen; da liegen dieselben Fäserchen ziemlich parallel, gleichsinnig mit der Längsrichtung des Tractus bei einander, zwischen sich deutliche, gelblich gefärbte, homogen aussehende Räume lassend, so dass die einzelnen Fäserchen, auch bei dieser schwachen Vergrösserung, als solche erkannt werden können.

Dort, wo diese Fasern vom Traktus in den Kniehöcker ausstrahlen, werden sie an einer Stelle, von einer etwa Zwanzigpfennigstück grossen Ansammlung von rundlichen Zellen, wie sie im Kniehöcker beschrieben wurden, auseinander gedrängt. Diese Stelle sieht ganz so aus wie die Kniehöckermasse selbst. Einzelne feine Fäserchen sieht man in diesen inselförmigen Zellenkomplex sich einzenken, andere ziehen darüber hinweg und daran vorbei.

Diese feine Fasermasse, welche über diese Stelle hinweg weiter gegen den Kniehöcker zustrebt, lässt deutlich drei grössere Ausstrahlungsbündel erkennen, wovon eines, das mittlere, die grössere Fasermenge mit sich führt und in die Masse des Kniehöckers einstrahlt; die Fasern ziehen leicht divergierend geradezu als Einzelfasern in die zellige Masse ein. Man sieht schon bei dieser Vergrösserung, wie viele Einzelfasern ziemlich weit, andere weniger weit in die Masse des Kniehöckers vordringen und daselbst verschwinden oder aufhören. Ganz vereinzelte Fasern, gerade die mittelsten, reichen bis weit hinein, und beschreiben in schwacher Krümmung einen leichten Bogen nach der Mitte etwa des freien Randes des Kniehöckers. Gerade bis dorthin und noch etwas darüber hinaus, aber stets am äusseren freien Rande bleibend, reichen Fasern hinan, welche auch aus dem Traktus zu stammen scheinen, jedoch nirgends sichtbar sich in die eigentliche Kniehöckermasse ein-

senken. Diese Fasern, oder besser gesagt Faserstücke, denn dieselben lassen sich nicht auf lange Strecken hin verfolgen, begrenzen sozusagen nach Art von tangential verlaufenden Fasern den freien, äusseren Rand des Kniehöckers. Einzelne von ihnen, die mehr nach innen gelegen sind, scheinen doch zwischen die Zellen des Kniehöckers einzudringen und da aufzuhören.

Ein dritter, nicht unansehnlicher Faserkomplex aus dem Traktus zieht an der unteren, beziehentlich oberen Begrenzung des Kniehöckers entlang, und scheint diesen von dort her zu umgreifen, und die ganze Kniehöckermasse von der angrenzenden Gehirnsubstanz abzutrennen. Diese sind ebenfalls äusserst dünn und vielleicht noch weniger dicht gedrängt, als die vorher beschriebenen; ihre natürliche Isolierung ist daher ganz besonders auffallend. Sie ziehen in leichtem Bogen dem Kniehöckerrande entlang und lassen schon bei schwacher Vergrösserung ihre Beziehung zu diesem erkennen. Die dem Kniehöcker am nächsten gelegenen Fasern sind gegen denselben etwas stärker abgebogen, doch nicht plötzlich, sondern ganz allmählich und hören zwischen den Zellen auf, doch nicht am Rande der Kniehöckermasse, sondern deutlich innerhalb derselben.

Zwischen dieser Fasermasse, der erstbeschriebenen mittleren und derjenigen, welche den freien Rand des Kniehöckers begeht, entstehen infolge der Ausstrahlung der Nervenmasse zwei Buchten, in welche die Zellenmasse des Kniehöckers hineinragt. Eben an diesen Stellen sieht man überall, längs der ganzen Begrenzungslinie der Kniehöckermasse kürzere, feine Fäserchen, welche alle deutlich isoliert sich in die Zellenmasse des Corpus geniculatum laterale einsenken. Darnach ziehen nicht allein die aus den drei Hauptbündeln stammenden Markfasern des Traktus in den Kniehöcker ein, sondern es hat den Anschein, als bezöge dieser aus der ganzen Breite des Längsdurchschnittes des Sehstieles, einzeln verlaufende Fäserchen. Sicheren Aufschluss darüber kann nur die Untersuchung mit starken und stärksten Linsen geben.

Die dem Kniehöcker nach unten, beziehentlich oben angrenzende Gehirnmasse zeigt nichts besonderes, sie enthält keine Markfasern, sondern zerstreute rundliche Zellen und undeutlich streifig aussehendes, gelblich gefärbtes Gewebe. Hier sowohl als im Traktus und Kniehöcker sieht man, im Gewebe zerstreut, rundliche und längliche helle Stellen mit mehr oder weniger blauschwarzen Kügelchen erfüllt. Es sind dies wohl Längs- und Querschnitte von kleineren und grösseren Gefässchen, in denen die Blutzellen durch die Weigert'sche Methode, wie gewöhnlich bei nicht zu starker Entfärbung, dunkel gefärbt sind.

Die Untersuchung mit starker Vergrösserung giebt über manches Aufschluss, was bei schwacher nur vermutet werden konnte; die stärkste Vergrösserung stellt endlich, wie sich zeigen wird, die anatomische Zusammengehörigkeit der Ganglienzellen des Corpus geniculatum laterale und der Traktusfasern unumstösslich fest. Es lässt ja schon die Betrachtung bei schwacher Vergrösserung dies als beinahe sicher erscheinen; zur sicheren Thatsache wird die Zusammengehörigkeit erst durch den Nachweis von Ganglienzellen aus dem Kniehöcker, welche mit Fasern des Traktus zusammenhängen; wenn demnach die Ursprungsstellen der Traktusfasern klar gelegt sind. Aus der in dieser Art successiv vorgenommenen Untersuchung der ganzen Schnittserie kann dann auch ein Urteil über die Menge der Traktusfasern abgegeben werden, welche im Kniehöcker ihren Ursprung finden. Dies festzustellen, ist gewiss von grossem Werte, damit hängt ja überhaupt die ganze Auffassung der anatomischen und physiologischen Bedeutung des Corpus geniculatum laterale zusammen. Die einzelnen Forscher sind weder über den sicheren Ursprung von Traktusfasern im Kniehöcker im Klaren, noch viel weniger darüber, ob dieser als eigentliche Wurzelstätte zu betrachten sei. In der hierfür massgebendsten, weil jüngsten anatomischen Arbeit Stillings (3) aus dem Jahre 1882 heisst es an der darauf bezüglichen Stelle (S. 43): „. . . . Unzweifelhaft

endigt ein Teil der Traktusfasern in den Zellen des Corpus geniculatum laterale, der grössere tritt jedoch zwischen den grauen Schichten hindurch und vereinigen sich die hindurchgetretenen Züge wieder auf der Thalamusseite. Dies zeigen in voller Übereinstimmung Faserung wie Querschnitte. . . . Als einen eigentlichen Ursprungskern des Traktus darf man daher diesen Körper nicht betrachten, sondern als ein eingeschobenes Ganglion, wie schon früher ausgesprochen worden ist. . . .“ In wieweit sich Stillings Ansicht bestätigen wird oder umstossen lässt, wird weitere Beschreibung und Besprechung zeigen.

Bei starker Vergrösserung (DD. u. F. Zeiss Oc. 3) erscheint das Ganglion, wie schon Henle (4) sagt: (S. 283) „. . . . dicht erfüllt von . . . . ästigen, meist spindelförmigen, im längsten Durchmesser 0,01 bis 0,02 mm messenden, von unregelmässigen hellen Säumen umgebenen Zellen . . . .“ Die schon früher beschriebenen dunkler erscheinenden Felder sind viel dichter mit Ganglienzellen erfüllt, die Zwischenräume der einzelnen Zellen sind viel kleiner, es sehen daher diese Partien weit dunkler und dichter aus, während die schon erwähnten helleren Streifen zwischen den dunkleren, dichten Zellansammlungen eine weniger dichte Aneinanderdrängung von Zellen aufweisen. Man sieht da mehr das helle faserige Grundgewebe durchschimmern. Allenthalben, hier sowohl wie dort, sieht man zwischen den meist multipolaren Zellen ein unentwirrbares Durcheinander von Protoplasmafortsätzen und nackten Achsencylindern. Je näher man dem Traktusanfang kommt, desto weniger regellos durch- und überkreuzen sich diese feinsten Fäserchen. An einzelnen Fasern kann man ganz deutlich sehen, wie der nackte Achsencylinder allmählich besser sichtbar, dicker wird, bis er am Traktusursprung zur deutlichen blauschwarz gefärbten Markfaser geworden.

Diese wichtige Thatsache ist besonders am Traktusanfang zu erkennen, dort wo die Markfasern in den Kniehöcker ausstrahlen und zugleich auseinander treten.

Nicht alle Markhüllen enden hier gleichzeitig, die Nervenfasern dringen, bald mehr bald weniger weit mit Mark umgeben, in die Kniehöckermasse ein, so dass das Markloswerden, oder besser gesagt, die Bekleidung des nackten Achsencylinders mit Mark vom Kniehöcker gegen den Traktus hin ganz allmählich und nicht für alle Fasern gleichzeitig beginnt. Man sieht manche Faser noch weit innerhalb der Kniehöckermasse ganz wenig, eben merklich mit Mark umgeben, während andere Fasern wieder gerade dort, wo die Ganglienzellenmasse aufhört, die ersten Markschollen und Markanschwellungen sehen lassen.

Schon dieser Befund an dem einen Schnitte würde genügen, um mit Sicherheit anzunehmen, dass der äussere Kniehöcker für eine grosse Menge von Traktusfasern Ursprungsstätte ist. Der letzte Beweis hiefür, der Zusammenhang der nackten Achsencylinderfaser mit der Ganglienzelle, würde in diesem Falle die Sicherheit kaum erhöhen können. Ginge die Hauptmasse der Traktusfasern durch die Ganglienmasse hindurch und vereinigten sich die hindurchgetretenen Züge wieder auf der Thalamusseite, dann müsste man auf dem Schnitte viel mehr Fasern sehen, welche vom Traktusanfang durch die Ganglienmasse bis jenseits derselben, gleichmässig mit Mark umgeben, verlaufen. Und wenn angegeben würde, dass diese Fasern vielleicht nicht in derselben Ebene bleiben, daher nicht auf der ganzen langen Strecke verfolgt werden können, so müsste man doch in diesem und allen anderen Schnitten viel mehr Fasern sehen, welche innerhalb der Ganglienzellenmassen bald früher, bald später, gleichviel wo, plötzlich als abgeschnittene Faser, in voller Markbekleidung wie das zugehörige Traktusstück, aufhören. Es müssten viel mehr solche Fasern angetroffen werden als Fasern, welche innerhalb oder am Anfange der Ganglienzellenmasse marklos erscheinen; weil ja jene durchziehenden Fasern den grösseren Teil der Fasermasse ausmachen sollen.

Mehr lässt sich an diesem und allen anderen nach der

Weigert'schen Methode gefärbten Schnitten nicht erkennen. So vortreffliches sie leistet, um Markfasern, beginnende Markbildung kenntlich zu machen, so wenig ist sie im stande, klare Bilder zu liefern, wenn es sich darum handelt, Ganglienzellen mit ihren Fortsätzen und nackte Achsencylinder distinkt zu färben, um über das allenfalls zu sehende gegenseitige Verhältnis dieser Gebilde ins Klare zu kommen. Nach der Weigert'schen Methode färbt sich eben alles, was nicht Mark oder Blut ist, ziemlich gleichmässig gelblich, ohne gehörige Differenzierung. Bei so innigem Ineinandergehen der Protoplasmafortsätze und der dichtgedrängten Ganglienzellen und bei der innigen Verflechtung der Achsencylinder ist eine gut differenzierende Färbung die Hauptsache, durch die allein ist man in Stand gesetzt, wenigstens annähernd, einen klaren Einblick in das Maschenwerk zu erlangen und einzelne Fasern herauszuheben, an denen der noch fehlende Beweis der Zusammengehörigkeit von Ganglienzelle und Nervenfaser festgestellt werden kann.

Zu diesem Behufe muss man sich der Kern- und Doppelfärbungen bedienen. Es wurden alle üblichen angewendet (Borax — Lythionkarmin, Pikrokarmin, Nigrosin, Goldfärbung u. s. w.). Den besten Erfolg gewährte die Haematoxylinfärbung mit nachfolgender Säurebehandlung. Die Schnitte werden einige Stunden in Wasser, dann über Nacht (etwa 10—12 Stunden) in verdünnte Haematoxylinlösung (1:3) gelegt. Die dunkelblauen stark überfärbten Schnitte bringt man darauf in angesäuerten Alkohol (15 Tropfen Salzsäure auf 150 Gr. 70% Alkohol) und lässt sie solange darin (1—5 Minuten), bis das wohl immer noch änhängende Celloidin ganz farblos geworden. Der Schnitt selbst nimmt dabei eine violette bis rötliche, recht blasse Färbung an. Sind die Schnitte soweit entfärbt, so überführt man sie in viel Wasser und zwar in Leitungs-, nicht destilliertes Wasser. Man kann sie beliebig lange darin liegen lassen, sie nehmen allmählich eine entschieden blaue, dunklere Färbung

an und können gleich nach Entwässerung u. s. w. untersucht werden, oder vorher noch in schwacher Eosinlösung nachgefärbt werden. Ich ziehe die alleinige so beschriebene Haematoxylinfärbung jeder anderen vor. Nimmt man kein Leitungswasser, sondern destilliertes, so behalten die Schnitte immer noch einen Stich ins Rötliche und gewähren keinen so klaren Einblick ins Einzelne.

So behandelte Schnitte eignen sich am besten zur Feststellung von Nervenendigungen, oder besser gesagt Nervenursprüngen. Die Ganglienzellen, ihre Fortsätze und die nackten Achsencylinder sind ganz distinkt, wenn auch blass gefärbt und was die Hauptsache ist, die einzelnen Formelemente sind recht deutlich von einander differenziert. Untersucht man solche Schnitte mit apochromatem Trocken-System (Zeiss), so fällt es nicht schwer, in jedem Schnitte wohl verschiedene Ganglienzellen zu finden, deren Fortsätze mit nackten Achsencylindern verbunden sind, welche nach der Traktusseite hinstreben und in Markfasern übergehen. Es fällt nicht schwer, an einzelnen Stellen mit diesen vorzüglichsten Linsen die feinen Unterschiede im Aussehen des Ganglienzellenfortsatzes und des nackten Achsencylinders festzustellen. Ersterer zeigt, abgesehen von seiner bekannten Form, eine deutliche, äusserst zarte, mit gewöhnlichen Linsen kaum sichtbare Punktelung, die nicht regelmässig angeordnet ist, es wechseln stets dichtere Stellen mit dünner besäeten ab. Plötzlich hört diese Tüpfelung auf. Die Konturen sind weniger scharf gezeichnet, der Fortsatz geht in eine zarte, ganz hellblau begrenzte, äusserst feine Faser aus. An der Faser ist ganz deutlich ein für sich charakteristischer, eben kenntlicher Glanz zu bemerken, den alle nach dieser Methode gefärbten Achsencylinder erkennen lassen. Dort, wo das Mark die nackten Fasern zu umhüllen beginnt, ist diese um etwas weniges dicker und was besonders auffallend, dunkler, und unregelmässiger konturirt. Die Farbenunterschiede

und das verschiedene Aussehen der drei Formelemente sind nicht so auffallend, dass sie ohne weiteres und von Jedem gesehen werden. Im Gegenteil, es bedarf aufmerksamer und genauer, anhaltender Untersuchung mit den besten Hülfsmitteln, bevor man die Unterschiede überhaupt erkennt, wenn man aber einmal soweit ist, dann bleibt der Eindruck als bestimmter erhalten und man kann nicht mehr fehl gehen. — Alle anderen Färbemittel leisten weniger.

Leider gelingt es nicht, Weigert's Methode mit einer solchen kernfärbenden zu kombinieren; dann hätte man den Vorteil, zugleich auch, im selben Schnitte, über die Markbildung orientiert zu sein; der markhaltige Teil des Nerven ist nämlich bei der Haematoxylinfärbung am wenigsten deutlich differenziert.

Die Färbung Pal's eignet sich ganz besonders zu Nachfärbungen des Gewebes und der Ganglienzellen, weil diese Gewebe bei der Behandlung mit Oxalsäure beinahe farblos werden und nicht wie bei Weigert's Färbung gelb bleiben. Trotzdem fand Pal's Methode keine Anwendung. Dieselbe ist für unsere Zwecke, wo es sich um die Färbung nicht fertig gebildeter Markfasern handelt, unbrauchbar und ihre Anwendung entschieden zu widerraten; für das Gehirn und Rückenmark Erwachsener mag sie brauchbar sein. Wo es sich aber darum handelt, Anfänge von Markanlagen, dünne Markfasern zu färben, da darf man sich keiner Methode bedienen, bei welcher die Differenzierung so rasch vor sich geht, dass man gar nicht imstande ist, den richtigen Moment derselben festzustellen. Man kann sich leicht davon überzeugen, wenn man gleichaltrige Gehirnteile nach beiden Methoden färbt; die nach Pal behandelten Schnitte zeigen viel weniger mit Mark umhüllte Fasern und die sichtbaren sind blasser und undeutlicher gefärbt; man hat sonach niemals eine richtige Vorstellung vom Grade der Markentwickelung.

Ich möchte bei dieser Gelegenheit nicht unerwähnt lassen,

dass auch die Weigert'sche Methode für embryonales Nervensystem besonders sorgfältig gehandhabt werden muss. Hat man die Entfärbungsflüssigkeit nicht vollständig ausgewaschen, so blassen die Schnitte stark nach und die feinen Fäserchen sind nach Wochen nur mehr schlecht zu sehen. Ich habe gefunden, dass sie dies nicht thun, wenn man die Schnitte lange mit Leitungswasser, nicht mit destilliertem, auswäscht und das Wasser oft wechselt. So behandelte Schnitte bleiben unverändert, vorausgesetzt, dass im Balsam kein Chloroform enthalten ist; jener darf nur in Xylol gelöst sein oder man verwendet vorteilhaft durch Wärme flüssig gemachten Dammer-Lack.

Was das Aussehen der Traktusfasern selbst anlangt, so lässt sich bei Untersuchung mit stärkerer Vergrösserung das beiläufig feststellen, was seiner Zeit (l. c. 5) für die Traktusfasern in der Nähe des Chiasma von 2—3 wöchentlichen Kindern gefunden wurde.

Die Markfasern sind in gewissem Sinne ganz mit Mark bekleidet, insofern als die Hülle nirgends vollständig unterbrochen, dieselbe ist aber noch äusserst dünn und zart; auch sieht man noch vielfach jene knotenartigen Anschwellungen, die sich erst allmählich ausgleichen und sozusagen das Markmaterial solange in sich aufgespeichert behalten. Die Räume zwischen den Einzelfasern sind infolge der Dünnheit dieser noch so gross, dass die Einzelfasern vollkommen isoliert sind, sich daher mit Leichtigkeit weithin verfolgen lassen. Freie Zellen finden sich in den Interstitien wenig mehr, zerstreut finden sich solche noch da und dort vor. Das Chiasma des gleichaltrigen Individuums zeigt dieselben in weit grösserer Menge. Auch werden wir sie an dieser Stelle bei jüngeren Exemplaren zahlreicher vorfinden.

Was eben an vorliegendem Schnitte beschrieben wurde, lässt sich nicht von allen der betreffenden Serie sagen. Während das Aussehen des Kniehöckerdurchschnittes und des Traktus selbst keine Verschiedenheit zeigt, so bietet die Einstrahlungs-

weise der Traktusfasern in die Kniehöckerzellen wechselndes Aussehen. Jedoch so, dass wir das beschriebene Bild in zahlreichen Schnitten in ganz derselben Weise wiederkehren sehen, während die dazwischen liegenden Schnitte andere Verhältnisse, andere Ursprungsstellen der Traktusfasern zeigen. Gerade die Verschiedenheit des Aussehens giebt uns bei Durchsicht der ganzen Schnittserie einen klaren Einblick in die Topographie dieser wichtigen Sehnervenwurzel und klärt einigermassen die sich widersprechenden Ansichten, welche über die Beziehungen zwischen äusserem Kniehöcker und Sehnerv herrschten und zum Teil noch herrschen.

Durchmustert man die ganze Schnittserie, so findet man alle zehn bis fünfzehn Schnitte, an mehreren aufeinander folgenden, ähnliche Befunde, wie sie im vorhergehenden beschrieben wurden. An allen anderen Schnitten sehen die Traktusfasern dort, wo der Kniehöcker anfängt, wie abgeschnitten aus; es fehlt auch die Einteilung der Fasermasse in drei oder mehr Hauptbündel, welche, wie beschrieben, in die Kniehöckermasse ungleichmässig weit hineinragen. Hingegen sieht man an den in einer gegen den Kniehöcker zu konkaven Linie angeordneten Traktusfasern, nur ab und zu Achsencylinderfortsätze in die Ganglienzellenmasse eintreten; es endigt sonach die weitaus grössere Mehrzahl der Traktusfasern mit markhaltigem Teile, am Kniehöcker.

Da nun die Fasern an den Einstrahlungsstellen zu mächtigen Bündeln zusammengedrängt erscheinen; solche Strahlenbündel nur auf einer in bestimmten Zwischenräumen wiederkehrenden Serie deutlich ausgeprägt zu sehen sind; an den anderen dazwischen liegenden Schnitten die Fasern in geringerer Anzahl und dann vereinzelt in die Zellenmassen verfolgbar sind; die übrigen Fasern endlich mehr weniger im Markteil abgeschnitten erscheinen: so kann man mit Bestimmtheit annehmen, dass die Traktusfasern mit strahlenförmig und zugleich fächerförmig angeordneten Wurzelbündeln

aus dem äusseren Kniehöcker entspringen, dass dazwischen aber auch zerstreute Fasern einzeln von den Ganglienzellen abgehen und in den Zwischenräumen der strahlenförmigen Wurzelfächer in die Fasermasse des Traktus eintreten.

Die strahlenförmigen Faserbündel liegen parallel zur früher beschriebenen Schnittrichtung, in einer demnach zum Individuum nahezu sagittal gerichteten Ebene. Die Strahlen selbst haben keine nennenswerte Dicke in frontaler Richtung, denn nur auf wenigen aufeinanderfolgenden Schnitten (5—10) wird solche Faseranordnung gefunden. Die Stelle der grössten Faseransammlung in frontaler Richtung liegt in verschiedenen Höhen, sodass von vornherein nicht zu erwarten war, bei Anlegung von Horizontalschnitten für die Wurzelfasern günstige Verhältnisse anzutreffen.

Es wurden auch, nachdem der beschriebene Befund als immer wiederkehrend festgestellt war, ein gleichaltriger Traktus mit äusserem Kniehöcker in Horizontalschnitte zerlegt und zwar so, dass die Schnittebene durch Traktus (Horizontallängsschnitt) und Kniehöcker (Horizontallängsschnitt) in derselben horizontalen Ebene lag. Wenn die Deutung der Sagittalserienschnitte, wie wir sie eben gegeben, richtig war, so musste man jetzt allenthalben in den Schnitten vereinzelte, durch verschieden grosse Zwischenräume getrennte, dünne, nur wenige Fasern führende Faserzüge in die Kniehöckermasse eingetragen finden. Dies war auch der Fall. Nur an vereinzelten Stellen, die durch grosse Ganglienzellenzwischenräume getrennt waren, konnte man immer vereinzelte Fasern finden, welche aus den schmalen Faserbündelchen heraus, am nackten Achsencylinder in die Ganglienzellenmasse verfolgbar waren.

Wenn man sich erinnert, dass wir an den fächerförmig angeordneten Strahlenbündeln als konstanten Befund auch das in der Sagittalebene wirklich strahlenförmige Auseinandertreten erwähnten, so darf es nicht Wunder nehmen, wenn auf Horizontal-

schnitten immer nur vereinzelte Markfasern aus diesen Wurzelstrahlen in Verbindung mit Achsencylindern angetroffen werden. Alle anderen Fasern liegen eben in einer zur Schnittfläche wenig, aber immerhin merklich geneigten Ebene, diese können sonach nicht in ihrer Kontinuität getroffen werden. Sie erscheinen in ihrem Markteile wie abgeschnitten, in ähnlicher Weise wie an den Sagittalschnitten, die zwischen den Fächerstrahlen liegenden Markfasern. Aber auch diese trifft man in den Horizontalschnitten nicht sehr zahlreich in Verbindung mit ihrem Achsencylinderanteil an, auch von diesen erscheinen die meisten in ihrem Markanteile abgeschnitten. Daraus geht hervor, dass die zwischen den beschriebenen Strahlenbündeln liegenden Traktusfasern wohl auch alle im Kniehöckerganglion entspringen. Sie werden aber auf Horizontal- und Sagittalschnitten deswegen nur zum geringeren Teile mit Achsencylindern und Ganglienzellenfortsätzen in Verbindung angetroffen, weil sie beim Übergang in die Ganglienzellenmasse, wenn auch nur um ein geringes, so doch merklich genug auseinander treten, um nicht mehr in derselben Schnittebene zu liegen, wie die ihnen zugehörigen Traktusteile.

Wer sich daher damit begnügt, den Traktus und das Corpus geniculatum externum in horizontale Seriensehnitte zu zerlegen, der wird alle Berechtigung dazu haben, dieses Ganglion als ein für den Ursprung des Sehnerven geradezu nebensächliches zu halten; ja er wird nicht einmal mit absoluter Sicherheit annehmen können, dass wirklich Traktusfasern diesem Ganglion entspringen.

Durch die Zerlegung der beiden Gebilde in bestimmt angegebene Sagittalschnitte wird sich einem Jeden diese Ansicht als vollkommen irrig und falsch darthun. Durch die Kombination der beiden Schnittrichtungen und kritische Beurteilung jener Schnitte, die wenig Wurzelfasern führen, wird das wahre Verhältnis zwischen Sehstiel und äusserem Kniehöcker vollkommen klargestellt. Niemand, der dieser Beschreibung gefolgt ist, oder die freilich mühsame embryologisch-anatomische Untersuchung selbst

nachgemacht hat, wird leugnen können, dass der äussere Kniehöcker eine äusserst wichtige Wurzelstätte für die Traktusfasern ist. Es ist darnach das Ganglion sehr wohl als eigentlicher Ursprungskern des Traktus zu betrachten und gewiss nicht „. . . . als ein eingeschobenes Ganglion . . . durch das der grössere Teil der Traktusfasern hindurch tritt. . . .“

Giebt es überhaupt Fasern, welche am Kniehöcker vorbeiziehen, ohne in diesem zu endigen? Fasern, die nach Stilling und Anderen zum grösseren Teil zwischen den grauen Schichten hindurchtreten und sich auf der Thalamusseite wieder vereinigen?

Fasern, welche die grauen Schichten des Kniehöckers durchsetzen, ohne in denselben zu endigen, konnten bei der Durchmusterung von Sagittalserienschnitten aus verschiedenen Altersstufen, nicht festgestellt werden. Hingegen wurden in vielen Schnitten die schon beschriebenen Fasern angetroffen, welche, wie in der Abbildung sichtbar, am freien Rande des Kniehöckers gleichsam tangential verlaufen. Dass diese Fasern auch dem Traktus angehören, unterliegt keinem Zweifel, dieselben konnten immer wieder in diesen hinein verfolgt werden. Was ihr Verhältnis zum Kniehöcker und ihren Verlauf anlangt, so war es nicht ganz leicht, sich darüber ein klares Bild zu verschaffen. Es gelang aber, wie schon früher erwähnt, an vielen Fasern, welche am freien Rande des Kniehöckers lagen und nicht bis in den Traktus verfolgt werden konnten, weil es sich bloss um Faserstücke handelte, Achsencylinderfortsätze nachzuweisen, welche in die Kniehöckerzellengruppe hineinragten; ein Beweis dafür, dass Fasern davon mit dem Kniehöcker zusammenhängen. Da nicht die meisten, geschweige denn alle Fasern solche Fortsätze erkennen liessen, nur wenige auf einem und demselben Schnitt bis in den Traktus verfolgbar waren, so liegt es nahe, anzunehmen, dass die Fasern von einem weiter nach aussen liegenden Teile des Kniehöckers in einen weiter nach innen liegenden Teil des Traktus gelangen, sonach auf dem Wege vom

Kniehöcker bis zum Traktus, von der äusseren Seite des Ganglion, wo sie entspringen, am äusseren freien Rande desselben in tangentialer Richtung verlaufen, und sich dann in den nach innen gelegenen Anteil des Traktus einsenken. Dadurch, dass diese Fasern an verschiedenen Stellen der oberflächlicher gelegenen Schichten des Kniehöckers entspringen, sind sie verschieden lang und verlaufen auf der konvexen Oberfläche desselben in sich unregelmässig durchkreuzender Richtung immer eine mehr tangentiale Lage einhaltend. Durch diese Verlaufsart ist es nie möglich, Fasern auf einem längeren Wege im selben Schnitte anzutreffen, wohl aber gewahrt man an manchen Schnitten einen ganzen Faserkomplex vom Traktus aus gegen den freien Rand des Kniehöckers hin ziehen, um ihn bald wie abgeschnitten enden zu sehen. Auf demselben Schnitte sieht man dann den freien Kniehöckerrand von Faserstücken bedeckt, welche sich nicht in den Traktus verfolgen lassen, also von weiter innen gelegenen Teilen desselben stammen; endlich findet man an manchen dieser Faserstücke Achsencylinderfortsätze, ohne aber auf demselben Schnitte einen Zusammenhang mit Traktusfasern feststellen zu können.

Auch an den Traktusfasern, welche von dem entgegengesetzten Anteil des Kniehöckers stammen, sind ähnliche, wenn auch nicht ganz so verwickelte Verhältnisse wahrzunehmen, welche der Einfachheit halber früher nicht erwähnt wurden, im Anschlusse an die eben beschriebenen tangentialverlaufenden Fasern aber gebührende Erwähnung finden müssen.

Bei genauer Durchsicht dieses auf der Abbildung (Taf. I) unten liegenden Faserkomplexes kann man wohl die weitaus grösste Mehrzahl der Fasern, vom Traktus bis zum Kniehöcker, in continuo verfolgen und ebenso Achsencylinderfortsätze feststellen. Bei vielen anderen gelingt dies aber nicht, sondern sie sind nur als kleine Faserstücke kenntlich, bei denen man bald Achsencylinderfortsätze sieht, bald nicht, die also ebenfalls von mehr innen

gelegenen Traktusteilen nach mehr vorne aussen und oben gelegenen Kniehöckerstellen, oder umgekehrt, verlaufen. Es ist, wie schon gesagt, diese Verlaufsrichtung nur für die geringere Anzahl von Fasern anzunehmen, während an den früher beschriebenen am freien Rande des Kniehöckers gelegenen Fasern dies für die weitaus meisten und in weit höherem Maasse gilt; jene Fasern beschreiben weitaus grössere und längere Bogen als die unten gelegenen. Kombiniert man die Verlaufsrichtung dieser beiden in den oberflächlichen Schichten des Kniehöckers entspringenden und verlaufenden Fasern, indem man sich die Seriensehnitte aneinander gelegt denkt, so dass Traktus und Kniehöcker ihre körperliche natürliche Form wieder erlangen, dann erhält man erst die richtige Vorstellung von der Anordnung dieser Fasern. Man kann wohl sagen, dass sie in gewissem Sinne den Kniehöcker von vorne her, etwas um die Längsaehse von innen nach aussen gedreht, umgreifen und an verschieden weit nach vorne oder hinten gelegenen Stellen des Kniehöckers in dessen Masse sich einsenken, beziehentlich dort entspringen. — Auch für diese Gruppe von Fasern, welche eine ganz besondere Art des Ursprungs und des Verlaufes zu Eigen hat, ist der äussere Kniehöcker gewiss kein eingeschobenes Ganglion, sondern er muss als ihr eigentlicher Ursprungskern gelten.

Die Frage, ob Fasern vom Traktus das Ganglion blos als Durchtritt benützen, muss demnach auch für diese Fasergruppe, welche in diesem Sinne noch am meisten zweifelhaft erscheinen konnte, entschieden verneint werden. Andere Fasern sind aber weder bei dieser noch bei horizontaler Schnittführung zu treffen; selbst bei Anlegung einer zwischen den Hauptebenen schief gelegenen Schnittebene sind keine anders verlaufende Fasern zu sehen. Es lässt sich daher mit Sicherheit sagen, dass nach der beschriebenen Methode zwei Hauptarten von Traktusfasern kenntlich gemacht wurden, welche alle teils direkt, teils indirekt durch Ergänzung der Serien, in den Kniehöcker, als Ursprungs-

stätte zurückverfolgt werden können; sie werden in so grosser Menge angetroffen, dass wohl kaum Fasern übrig bleiben können, die anders verlaufen als die beschriebenen.

Untersucht man in derselben Weise den Sehstiel und äusseren Kniehöcker eines Erwachsenen, so findet man von alledem, was eben an der reifen Frucht gesehen und beschrieben worden war, nichts, zum mindesten nicht in wünschenswerter Klarheit. Man erlangt wohl den Eindruck, als zögen, der Hauptmasse nach, die Fasern aus dem Kniehöcker in den Traktus ein; ob aber die Fasern da entspringen oder nur durch und vorüberziehen, lässt sich gar nicht klarstellen. Die Markscheiden sind vollkommen ausgewachsen, stark entwickelt, die einzelnen Fasern liegen dicht aneinander, von einer natürlichen Isolierung ist nichts mehr zu sehen, an eine erfolgreiche Verfolgung der Einzelfaser sonach nicht mehr zu denken. Gerade jene an der Oberfläche des Kniehöckers liegenden Fasern bieten hier ein unentwirrbares Geflecht, an dem man am ehesten den Eindruck gewinnt, als handelte es sich um Faserkomplexe, welche den Kniehöcker blos bedecken, ihn förmlich einkleiden, ohne irgendwie mit ihm und seinen Zellen in einem ursächlichen Verhältnisse zu stehen. Im Tractus selbst ist dieselbe Veränderung vor sich gegangen, auch da sieht man eine dichtgedrängte Fasermasse; zwischen den einzelnen Fasern liegen kaum mehr, jedenfalls nicht nennenswerte Räume, wodurch Einzelfasern deutlich sichtbar werden, und die Fasern selbst bieten nicht mehr das zarte, stellenweise variköse Aussehen, sondern sie lassen eine mehr gleichmässige Stärke erkennen, ohne die für jugendliche Markfasern so charakteristischen Anschwellungen.

An den Gehirnteilen jugendlicher Individuen — Kinder von einigen Wochen bis Monaten — kann man die Verhältnisse immer noch ziemlich deutlich übersehen, besonders wenn man vorher die unreife und reife Frucht genau untersucht hat.

Die Untersuchung der embryonalen Gehirne bis zur reifen Frucht ergiebt Verhältnisse, die sich in gewissem Sinne mit denen für das Chiasma decken. Jedenfalls ist die Art der Bildung der Markhülle dieselbe, wenn auch die Zeiten andere sind.

Zur Klarstellung der zeitlichen und örtlichen Markumhüllung dieser als äussere Kniehöckerwurzeln zu bezeichnenden Traktusfasern kamen Embryonen und unreife Früchte von 14 bis 16, 20—22, 28—30 und 36—40 Wochen zur Untersuchung.

Bei jüngeren als 14—16 Wochen alten Individuen sieht man makroskopisch gar keine deutliche Gliederung an der Stelle der Kniehöcker; die Ganglienzellengruppen sind wohl vorhanden, die charakteristische äussere Form der Kniehöcker und des in den äusseren und inneren Höcker einstrahlenden Traktus, das heisst die an entwickelteren Gehirnen äusserlich sichtbare Zweigliederung des centralsten Traktusstückes, ist aber noch gar nicht erkennbar. Erst bei 20—22—24 Wochen alten Früchten gewinnt die äussere Form dieser Gebilde an Ausdruck. Die Entwickelung der Kniehöcker nimmt langsam aber stetig zu und erlangt bei der reifen Frucht insofern ihren Höhepunkt, als die Form als solche von nun an konstant bleibt, wenn auch die Lageverhältnisse der Gebilde zueinander durch das noch fortschreitende Wachstum weitere Verschiebungen erleiden. Davon überzeugt man sich am leichtesten, wenn man die Lageverhältnisse zwischen Vierhügel, Kniehöcker und Sehstiel bei einer unreifen und reifen Frucht mit denen bei einem mehrwöchentlichen oder -monatlichen Kinde und einem Erwachsenen vergleicht.

Der äusseren Form entsprechend, zeigen auch die mikroskopischen Schnitte so junger Embryonen (14—16 Wochen) wenig Entwickelung, im Allgemeinen gar keine in Bezug auf die Markumhüllung der Traktusfasern.

In der Gegend des äusseren Kniehöckers, der äusserlich gar nicht deutlich kenntlich ist, finden sich auf den Schnitten Ganglienzellenhaufen, an welchen aber keine Sonderung in bestimmte Be-

zirke, wie wir sie an der reifen Frucht gefunden, zu sehen ist. Diese Sonderung ist erst an der nahezu reifen Frucht bestimmt ausgebildet. Die Gegend des Traktus zeigt die parallel verlaufenden, äusserst zarten, bei starker Vergrösserung als solche erkennbaren nackten Achsencylinder. Von der Art der Ausstrahlung der Fasern aus dem Ganglienzellenhaufen ist begreiflicher Weise nichts zu erkennen. Dazu sind die Verhältnisse zu klein, die nackten Achsencylinder zu schwer, oder besser gesagt, gar nicht zu verfolgen. Der Reichtum an freien lymphoiden Zellen ist äusserst gross, dieselben liegen besonders massig im Traktusanteile des Schnittes zwischen den an ihrer äusserst zarten, eben merklichen Streifelung kenntlichen Achsencylindern. Es ist dies ein ähnliches Bild, wie wir es seiner Zeit im Chiasma von Embryonen aus der 18.—20. Woche, angetroffen haben; da wie dort sieht man neben den zum grössten Teil deutlich frei zwischen den Achsencylindern liegenden Zellen, die grosse Ähnlichkeit haben mit Leukocyten, andere liegen, welche man für Zellen der interfibrillären Substanz ansehen möchte. Sie färben sich nach Weigert schwarz oder doch dunkel, wenn die Schnitte nicht zu lange in der Entfärbungsflüssigkeit gelegen haben, und lassen einen grossen runden Kern, umgeben von einer dünnen Schicht Protoplasma, erkennen. Auch das Kapillargefässnetz ist vorhanden, aber lange nicht so dicht und reich an Längsschnitten von Gefässen, wie in der Chiasmagegend.

Die nächst ältere 20—22 Wochen alte Frucht bietet schon ein etwas anderes Bild. Bei schwacher Vergrösserung freilich nicht, da sieht man nichts als Andeutungen von zelligen und faserigen Gebilden, Ganglienzellen und Achsencylindern und freien Zellen, nicht viel anders als beim vorhergehenden Objekte.

Nimmt man jedoch starke Vergrösserung zu Hilfe, dann gewahrt man wohl Manches, was bis jetzt noch nicht erwähnt werden konnte. Auch hiefür findet man am Chiasmabefunde von Früchten aus der 30. Woche viel ähnliches. Es treten auch

hier die damals beschriebenen, noch vereinzelten, meist mehr länglichen Anschwellungen an den Achsencylindern auf. Auch diese sind weniger durchlässig für Licht, als die übrigen Achsencylinderteile, sie erscheinen infolge dessen nicht so hellgelb, stark lichtbrechend und etwas glänzend, sondern mehr trübe ins Graulichе übergehend. Dieser graulich-schwarze Farbenton beschränkt sich nicht bloss auf die betreffende Anschwellung, sondern er lässt sich von dieser aus nach beiden Richtungen hin, mehr oder weniger weit verfolgen, um dann wieder in die helle, glänzende Linie, den nackten Achsencylinder, überzugehen. Lässt sich die einzelne Faser auf eine längere Strecke verfolgen, so findet man mehrere solche Anschwellungen mit ihren allmählich sich verjüngenden Ausläufern, durch kurze nackte Achsencylinderstücke aneinander gereiht.

Es konnte ziemlich konstant festgestellt werden, dass solche Achsencylinder mit beginnender Markumhüllung besonders zahlreich an jenen Markfasern zu finden waren, welche in den fächerförmigen Strahlenbündeln dem Traktus zugeführt werden. Sehr vereinzelte, an manchen Schnitten gar keine, fanden sich in den aus der oberflächlichen Schicht des Kniehöckers entspringenden Traktusfasern. Es liegt daher die Annahme nahe, dass die Markbekleidung dieser oberflächlich entspringenden Kniehöckerfasern einer späteren Entwickelungsstufe angehöre.

Aus der Thatsache, dass die Markbildung an Früchten aus der 29.—30. Woche in der Chiasmagegend ebensoweit gediehen ist, wie diejenige am Kniehöcker und Traktusanfang 20—22 Wochen alter Früchte, lässt die schon damals für Traktus-Chiasma und Optikus ausgesprochene Ansicht, dass die Markbildung vom Centrum nach der Peripherie fortschreite, auch für die Kniehöckerfasern des Sehnerven aufstellen.

Es ist dies ein Befund, den übrigens Flechsig (6) und Jaskowitz (7) auch für andere Nervenbahnen des Gehirns und Rückenmarkes verzeichen konnten. Wir werden sehen, dass für

den ganzen Leitungsapparat der Netzhaut, für alle Wurzelfasern, welche der Untersuchung zugänglich gemacht werden konnten, diese vom Centrum zur Peripherie schrittweise vor sich gehende Art der Markumhüllung besteht.

An den nun folgenden Früchten aus 28.—30. und 36.—40. Woche schreitet der Prozess der Markbildung stetig fort; bei letzterer der nahezu reifen bis reifen Frucht findet man, wie schon beschrieben, alle Achsencylinder, wenn auch in zartester Weise, mit Mark umhüllt. Ein Unterschied in der Dicke der Markhüllen ist nicht festzustellen, die oberflächlich sowohl als die zwischen den Ganglienschichten entspringenden Fasern zeigen ganz dieselbe Dicke und keine Unterschiede im Aussehen. Die beim 20—22 Wochen alten Objekt erwähnte Marklosigkeit der oberflächlich entspringenden Fasern ist beim 28—30 Wochen alten nicht mehr vorhanden. Auch diese Fasern zeigen jetzt allenthalben dunklere Anschwellungen mit Fortsätzen, welche die nackten Achsencylinder eine Strecke weit bekleiden. Der Unterschied im Grade der Entwickelung zwischen diesen und den in den Strahlenbündeln gelegenen Fasern ist aber auch jetzt noch deutlich erhalten. Man kann wohl sagen, dass der Grad des Entwickelungsunterschiedes zwischen den beiden Faserarten gerade um den Abstand des Alters der beiden untersuchten Früchte differiert. Am 28—30 Wochen alten Individuum zeigen die oberflächlich verlaufenden und entspringenden Fasern jenen Entwickelungsgrad der Markhülle, welcher am 20—22 Wochen alten Objekte für die tiefer, in Strahlenbündeln, entspringenden Fasern, beschrieben wurde. Erst an der nahezu reifen bis reifen Frucht ist der Entwickelungsgrad der beiden Faserarten gleichwertig geworden.

Wenn auf diesen Unterschied hin auch keine besonderen und eingehenderen Untersuchungen angestellt wurden — dafür bedurfte es eines kaum zu beschaffenden Materials — so kann man doch auch bei dem zur Verfügung gestandenen Materiale

mit grösster Wahrscheinlichkeit annehmen, dass es sich bei diesem Befunde um keinen zufälligen, sondern wohl um einen immer wiederkehrenden handeln dürfte.

Die Untersuchung der Gegend des äusseren Kniehöekers und Sehstieles an Embryonen und reifen Früchten, Kindern und Erwaehsenen liefert darnach als Thatsaehe die doppelte Ursprungsart der Traktusfasern aus dem äusseren Kniehöeker. Einmal Fasern, welche von den oberfläehlichen Schichten des Ganglions von den versehiedensten Stellen aus, meist oben aussen und unten aussen entspringen und bei vielfaeher Durchkreuzung und einem im Ganzen sehräg von aussen nach innen ziehenden Verlaufe, in den Traktus ausstrahlen.

Alle übrigen, weitaus zahlreicheren Fasern entspringen aus den inneren Schiehten des Ganglion, und zwar so, dass dieselben in fäeherförmig angeordneten Strahlenbündeln, die in einer etwas sehrägen Sagittalebene ziemlich parallel zueinander angeordnet sind, in den Traktus einziehen. Diese Fasern verlaufen dabei vom Kniehöcker zum Traktusanfang in leieht konvergenter Riehtung. Im Kniehöeker selbst sind sie demnach am isoliertesten anzutreffen.

Beide Faserarten lassen unzweideutigen Zusammenhang mit den im Kniehöeker sich nach allen Richtungen hin durchkreuzenden Achsencylindern und mit Ganglienzellenfortsätzen erkennen.

Fasern, welche dureh das Ganglion bloss hindurehtreten ohne daselbst als nackte Aehsencylinder zu enden, beziehentlich zu entspringen, konnten nieht nachgewiesen werden.

Der äussere Kniehöcker ist dementspreehend nur als wahres Ursprungsganglion einer grossen Anzahl von Traktusfasern anzusehen. —

In 16—20 Wochen alten Embryonen ist in diesen Wurzel-

fasern noch keine Markbildung zu konstatieren, die Fasern verlaufen alle als nackte Achsencylinder.

Die ersten Anfänge von Markbildung sieht man in Form von zarten, etwas dunkleren Anschwellungen mit mehr oder weniger deutlichen Fortsätzen längs der Faser, an 20—22 Wochen alten Embryonen; doch auch nur in den Fasern der tieferen, in fächerförmigen Strahlenbündeln entspringenden Wurzeln.

Die oberflächlich entspringenden Fasern zeigen erst nach 28 Wochen langem intrauterinem Leben eben beginnende Markbildung, zu einer Zeit, wo die andere tiefere Fasergattung schon deutliche wenn auch ganz zarte und lange noch nicht vollständige Markkleidung aufweist.

An nahezu reifen und reifen Früchten ist die Markbildung in beiden Faserkomplexen fertiggebildet, aber immer noch von auffallender Zartheit, die Einzelfasern erscheinen infolge ihrer Dünnheit deutlich isoliert.

Derselbe Befund findet sich bei mehreren Wochen alten Kindern; bei Jahre alten Kindern und Erwachsenen tritt insofern eine Veränderung auf, als die Fasern durch Zunahme der Markhülle dicker, die Räume zwischen den einzelnen Fasern und Faserbündelchen weitaus schmäler geworden sind. Die Einzelfaser kann nicht mehr als solche deutlich erkannt und verfolgt, die Ursprungsstätte nicht mehr nachgewiesen werden.

Innerer Kniehöcker und Sehhügel.

Das Gehirn einer nahezu ausgetragenen Frucht wurde auch für die folgenden Untersuchungen, die Erforschung von Fasern, welche mehr in die Gegend des inneren Kniehöckers und des Sehhügel liegen, als Ausgangsobjekt benützt.

Bei Bearbeitung dieser Sehhügelgegend ergaben sich grössere technische Schwierigkeiten als man bisher angetroffen hatte. Es war vor allem nicht leicht eine passende Schnittebene ausfindig zu machen. Der Sehstiel wurde wiederum als Leitrichtung genommen und versucht den Schnitt so zu führen, dass dieser vor allem mit dem Traktus parallel verlaufend in der Haupthorizontalebene verblieb. Zu diesem Behufe wurde der Sehstiel mit den anliegenden Kniehöckern, dem Sehhügel, dem angrenzenden Streifenhügel und einem Stücke des Gehirnfusses herausgeschnitten. An diesem Stücke nun wurden die unnötigen Teile zur Verkleinerung der Schnittfläche abgetrennt, nur der Sehhügel wurde zur genauen Orientierung vorerst noch ganz gelassen. Es ist dies unumgänglich notwendig, da man sonst gar keinen Anhaltspunkt für die Lage des Traktus behält; der dann angelegte Schnitt kann nicht mehr genau genug festgestellt werden. Man kann übrigens ebensogut den vorderen Abschnitt des Sehstieles mit dem halben Chiasma daran lassen, auch diese Teile geben einen genügenden Anhaltspunkt.

Ich ziehe es vor den Thalamus selbst ganz zu lassen, da man dann die Neigung der Horizontalebene besser beurteilen

kann. Auch bei Untersuchung dieser Gegend kommt es sehr wohl auf die richtige Einhaltung der einmal festgestellten Schnittführung an, da man bei der sonstigen Beständigkeit der topographischen Verhältnisse, nur so bestimmte Fasergruppen und gar Einzelfasern wieder finden kann. Es ereignete sich anfangs auch hier, wenn zu wenig darauf geachtet wurde, dass sich uns manchmal ganz neue Verhältnisse eröffneten, während wir nur darnach strebten, das Alte wieder zu sehen. Glücklicherweise ist der Verlauf der Fasern in den gleichalterigen Individuen und bei Erwachsenen ein so beständiger und genauer, dass die feste Einhaltung der Schnittrichtung genügt um einmal Gesehenes wieder zu finden; freilich ist es andererseits nicht leicht, die Schnittrichtung so ganz genau einzuhalten, wenigstens nicht auf Differenzen von Millimetern, dies um so weniger, als es auch nicht leicht möglich ist, die einzuhaltende Richtung an herauspräparierten Gehirnteilen mit solcher geometrischer Genauigkeit anzugeben. Ich erwähne das hier ausdrücklich, weil es einem Nachuntersucher leicht vorkommen kann, dass er trotz Einhaltung der Vorschriften nicht gleich den gewünschten Erfolg hat. Etwas Lehrgeld muss man am Materiale einbüssen.

Zunächst wurde mit besonderer Berücksichtigung des Thalamus und Traktus eine Schnittrichtung gewählt, welche nahezu in der Horizontalen liegend, der Längsfaserung des Traktus parallel lag, das Corpus geniculatum internum auf seiner Höhe tangential berührte und den Thalamus so durchzog, dass das vordringende Messer an der dem Traktus gegenüberliegenden Seite heraustretend, ein Segment des Thalamus abtrug. Die Aussehnittstelle lag im Bereiche des Thalamuskörper. Unter, oder richtiger gesagt ober der einen Schnittfläche lag demnach ein kleiner Abschnitt des Thalamuskörper mit seiner Begrenzungsfläche nach der Medianlinie zu, und der ganze Anteil des Hirnsehenkelfusses.

Unter, beziehentlich über der Schnittfläche des anderen,

grösseren Gehirnstückes liegt zunächst der Traktus mit dem inneren Kniehöcker, dem grössten Stücke des Sehhügels (über $^2/_3$), dem ganzen sogenannten Pulvinar und Teilen der Brachia conjunctiva der Vierhügel und Kniehöcker; dazu kommt dann noch als Basis gleichsam, das ganze Corpus striatum oder ein Teil davon. Durch die Masse des Corpus striatum und des angrenzenden Sehhügels wird nun ein Schnitt geführt, der dem ersten parallel liegt, dadurch wird das Gehirnstück verkleinert und durch die nun zur künftigen Schnittfläche parallele Ebene, zum Aufkleben und Schneiden brauchbar hergerichtet. Diese Schnittführung wurde nicht gleich von vornherein angewendet, sondern stellte sich erst im Laufe der Untersuchung, nachdem andere wenig brauchbares oder nichts ergaben, als die günstigste heraus.

Da der Sehstiel auf seinem Wege von der Kniehöckergegend bis zum Chiasma, längs des Sehhügels, nicht eine ganz gerade Richtung einhält, sondern in zweifacher Weise gekrümmt ist, so erhält man anfänglich Schnitte, in welchen nichts, oder nur End- und Anfangsstücke vom Traktus enthalten sind. Die Krümmung des Traktus ist einmal dadurch hervorgerufen, dass er sich an die konvexe Seite des Thalamus anlegt, dadurch erhält er einen nach der Medianlinie leicht konkaven Verlauf. Bedeutender ist seine Krümmung in mehr sagittaler Richtung im Sinne von vorne nach hinten. Die Teile des Traktus, welche aus den beiden Kniehöckern austreten, die sogenannten Kniehöckerarme des Sehstieles, verlaufen von unten her etwas nach oben vorne, denn die Kniehöcker liegen etwas tiefer als der Sehstiel selbst, das heisst als seine mittlere Partie. Da nun das Chiasma nahezu in derselben Höhe liegt wie die Kniehöcker, eher noch etwas tiefer, also auch wieder entschieden tiefer, als der mittlere Anteil des Sehstieles, so muss dadurch ein Verlauf des ganzen Traktus zustande kommen, welcher mit einem in sagittaler Richtung nach unten etwas konkaven Bogenabschnitt verglichen werden kann.

Der entsprechend zugeschnittene Gehirnwürfel wurde nun in Serienschnitte zerlegt und zur Untersuchung hergerichtet. Es bietet nicht die ganze Serie dasselbe Bild. Die Schnitte lassen sich von vornherein in zwei Gruppen scheiden, die auch getrennt beschrieben werden sollen. Von obenher, das heisst dorsalwärts angefangen, haben wir die eine Gruppe, die grössere, in der nur Thalamusanteile und Längsschnitte des Traktus enthalten sind. Die tiefer, ventralwärts liegenden Schnitte enthalten zunächst Thalamusanteile, Längsschnitte des Traktus und Durchschnitte des inneren Kniehöckers. In noch anderen Schnitten treten dann auch Anteile des äusseren Kniehöckers auf; diese können aber nicht in Betracht kommen, weil sie wegen der besagten Krümmung des Traktus keine Fasern desselben enthalten. Brauchbar sind eben nur solche Schnitte, auf welchen Traktusfasern bestimmt erkennbar sind, nur dann lässt sich der Zusammenhang dieser mit anderen Gebilden sicher feststellen.

Es ist vorteilhaft, zuerst jene Schnitte zu besprechen, welche nur Thalamusteile und Traktuslängsschnitte enthalten.

Untersucht man einen Schnitt aus dieser Serie bei schwacher Vergrösserung, etwa Zeiss, Obj. a_3 Ok. 2 (siehe T. 2), so lassen sich gleich von vornherein drei Hauptfelder erkennen, welche durch ihr Aussehen von einander unterscheidbar sind. Am oberen Anteil des Schnittes sieht man eine grosse Ansammlung von rundlichen, gelblich gefärbten (Weigert) Zellen, mit dazwischen einer zahllosen Menge kleiner rundlicher und länglicher schwärzlich gefärbter Pünktchen und Strichen. Es sind dies jedenfalls Quer- und Längsschnitte eines ziemlich engen Kapillarnetzes, welches die ganze Zellansammlung durchzieht. Diese selbst hat eine etwas längliche, unregelmässig ovale Form, mit einer nach vorne, beziehentlich nach aussen etwas konvexen, nach hinten (innen) etwas mehr konkaven Begrenzung. Ganz besonders an der vorderen konvexen Begrenzungslinie und an der

Stelle, wo die beiden Linien hinten zusammenstossen, gewahrt man eine grosse Menge von zarten schwärzlich gefärbten Fäserchen zwischen die rundlichen Zellen einstrahlen. Es macht wiederum den Eindruck, als wären dies Ursprungsteilchen von Nervenfasern, ähnlich wie die beim Corpus geniculatum externum beschriebenen. Nur zeigt die Art der Anordnung eine auffallende Verschiedenheit. Die Fäserchen sind hier gleichmässig zu Bündelchen vereinigt, über die ganze Begrenzungslinie verteilt, jedoch so, dass die Bündelchen beim Übergang in die Zellengruppe sofort in ihre zartesten Einzelfäserchen zerfallen und diese mehr strahlenförmig auseinandertreten. Daher kommt es, dass innerhalb der Zellanhäufung diese zarten Faserteilchen nicht mehr so sehr bündelförmig angeordnet sind, sondern mehr gleichmässig, als Einzelfäserchen auf der ganzen Linie hin erkennbar sind.

Verfolgt man diese Fäserchen weiter, nicht in die Zellmasse, denn dies ist bei solcher Vergrösserung nicht möglich, sondern nach aussen zu in das mittlere der drei Felder hinein, so sieht man die Fäserchen sich — wie schon erwähnt — gleich zu kleinen Bündelchen vereinen. Je weiter man bis zu einem bestimmten Punkt in dies mittlere Feld vordringt, desto deutlicher und ausgeprägter ist die Vereinigung dieser Fäserchen zu kleinen Bündeln. Die Faserkomplexe selbst sind im ganzen Felde deutlich durch mehr oder weniger gelbliche Zwischenräume voneinander getrennt. Die Breite dieser Räume ist nicht überall gleich. Es ergiebt sich daraus kein vollkommen gerader Verlauf der Bündeln. Diese ziehen vielmehr in äusserst flach, manchmal gar nicht gekrümmten, ganz zart welligen Zügen nach dem dritten Felde hin. Durch die flachen Wellen und den kaum angedeuteten bogenförmigen Verlauf müssen die Räume zwischen den einzelnen Faserzügen ungleich breit ausfallen.

Etwa im letzten Dritteile dieses Feldes treten die Bündel näher aneinander und verändern zum Teil ihre Richtung. Ganz besonders auffallend ist dies an jenen Faserbündeln kenntlich,

welche an dem etwas breiteren Ende des Feldes verlaufen. Hier beschreiben dieselben einen recht ausgesprochenen Bogen, dessen Knie ziemlich spitz ist und an der Stelle, wo das zweite Feld in das dritte übergeht, am deutlichsten ausgeprägt ist. Ebenda treten die Einzelfasern der Bündel, gerade so wie an der oben beschriebenen Stelle, mehr aneinander, so dass an den bogenförmig verlaufenden Bündeln ganz deutlich Einzelfasern zu erkennen sind, welche gleich den Hauptbündeln mit ihren Endstücken in das dritte Feld einstrahlen. Es gelingt schon bei dieser Vergrösserung unschwer aus dem Fasergemenge heraus faktisch einzelne deutlich isolierte Fasern zu verfolgen, welche unzweifelhaft in das dritte Feld, den Traktus einstrahlen.

Nicht allein an den eben beschriebenen Faserbündeln ist ein solcher Übergang bemerkbar. Auch an den anderen, welche in gleicher Richtung mit diesen verlaufen, ist zu sehen wie ihre Endstücke, dort wo das dritte Feld beginnt einen schwach angedeuteten Winkel bilden, und nachdem die Einzelfasern der Bündel etwas auseinandergetreten sind, in den Traktus einzustrahlen scheinen. Sicher entscheiden darüber wird die Untersuchung mit starken Vergrösserungen.

Das dritte Feld, in welches die Bündel einzustrahlen scheinen, ist als Längsschnitt des Traktus nicht zu verkennen. Senkrecht auf den Verlauf der Faserbündel im Mittelfelde zeigt dieser Teil des Schnittes eine deutliche, zarte Streifelung des gelblichen Grundes. Zwischen diesen zarten Streifen und parallel mit ihnen verlaufen einzeln und zu Bündelchen vereint, eine ansehnliche Menge zarter blauschwarz gefärbter Fasern: die mit Mark unvollständig umgebenen Achseneylinder und die noch nackten Nervenfasern. Zwischen diesen zerstreut liegen eine Menge freier Zellen, sowie Längs- und Quersehnitte von mit schwarzgefärbten Blutkörperchen erfüllten Blutgefässen. Solche viel kleinere Durchschnitte (Kapillaren) waren auch im Mittelfelde zwischen den Faserbündeln zerstreut zu sehen. An der Stelle wo die senk-

recht zum Traktuslängsschnitt verlaufenden Faserbündel in den Traktus einbiegen, ganz besonders an den am breiten Teile des Mittelfeldes einstrahlenden Einzelfasern ist schon bei schwacher Vergrösserung eine stärkere Anhäufung von teils freien, teils wohl dem Gliagewebe angehörigen Zellen sichtbar. Die feinen äusserst zarten Fäserchen liegen in diesem Zellhaufen geradezu eingebettet.

Untersucht man nun die drei Felder dieser Schnitte bei starker Vergrösserung (Zeiss Ob. DD u. F.-Ok. 3), so erkennt man in dem erst beschriebenen Abschnitte eine dichte Ansammlung von Ganglienzellen mittlerer Grösse. Dieselben sind schön ausgeprägt, von zierlicherem und zarterem Baue als die im Corpus geniculatum externum. Die Zellen sind durch dichtes Gliagewebe weiter auseinandergerückt als dort. Das Geflecht und Gewirr der Protoplasmafortsätze tritt in dem dichten Grundgewebe weniger deutlich hervor; immerhin ist unzweifelhaft zu erkennen, dass die Zellen multipolare sind und dass ihre Fortsätze in Achsencylinder übergehen; an manchen, jedoch sehr vereinzelten Stellen fand man auch diese mit ausstrahlenden Markfasern verbunden. Die dichte Zwischensubstanz und die vielen schon bei schwacher Vergrösserung erkannten Durchschnitte der kleinen Gefässchen, welche zu einem dichten Kapillarnetz zusammengedrängt sind, machen es bei dieser Färbung äusserst schwer und mühsam, die nackten Achsencylinder und Ganglienzellenfortsätze zu verfolgen, ihr Verhalten zu einander, ihre Zusammengehörigkeit festzustellen. Bei alledem kann es keinem Zweifel unterliegen, dass die vielen Fasern, welche in der ganzen dem Traktus zugekehrten Seite des Ganglienhaufens in diesen einzustrahlen scheinen, dies wirklich thun und thatsächlich den Zellen dieses Ganglions ihren Ursprung verdanken.

Wenn hiefür kein weiterer Beleg vorläge, als die Thatsache, dass Markfasern in den Ganglienzellenhaufen einstrahlen und daselbst als nackte Achsencylinder wiedererkannt werden, so würde schon

dieser nur an einzelnen Fasern festgestellte Befund genügen, um den beschriebenen Ganglienhaufen als Ursprungskern aller aus demselben austretenden Fasern anzusprechen. Die Hämatoxylinfärbung mit folgender Säurebehandlung ist dabei unentbehrlich.

Was die Menge der Fasern anlangt, welche aus diesem Kerne entspringt, so erweist sich dieselbe bei Untersuchung mit starker Vergrösserung als eine erhebliche. Die aus dem Zellhaufen austretenden Fäserchen sind zahllos und vereinigen sich alle zu den Faserzügen, welche zum Traktus hinziehen und wie sich zeigen wird, in diesen einstrahlen. An den dem Sehstiel zugekehrten Seiten dieses Ganglions sind keine Fasern zu sehen, welche daselbst austreten, ohne sich zu den grossen Faserzügen zu vereinigen und dem Traktus zuzustreben. Es folgt daraus die für die Beurteilung der Fasermasse, welche dem Traktus von diesen Ganglienzellen zugeführt wird, wichtige Thatsache, dass die zahlreichen hier entspringenden Fasern dem Komplexe angehören, welcher vollständig in den Traktus aufgeht. Der Beweis hierfür ergibt sich schon bei aufmerksamer Betrachtung der beigegebenen Tafel (2), sie entspricht diesem Schnitte und ist bei schwacher Vergrösserung gezeichnet, die Verhältnisse sind äusserst treu wiedergegeben. Die Untersuchung mit starker Vergrösserung erhärtet den Befund zu einer unumstösslichen Thatsache.

Einerseits die Thatsache, dass alle Fäserchen, welche in der Ganglienzellenmasse entspringen und aus ihr austreten, sich zu Zügen vereinigen, zum Traktus ziehen und dort bei allmählicher Auflösung in deutlich isolierte Einzelfäserchen, im Bogen in die Masse des Traktus sich einsenken; andererseits die Thatsache, dass diese isolierten scharf gezeichneten Einzelfäserchen weiterhin in den Traktus zwischen den übrigen markhaltigen und marklosen Fasern unzweifelhaft verfolgt werden können!

Die Untersuchung des Traktus selbst liefert bei dieser starken Vergrösserung nicht viel Neues. Abgesehen von der

Deutlichkeit und Klarheit, mit welcher die Einzelfasern von dem Mittelfelde in den Traktuslängsschnitt verfolgt werden können, sieht man an den Fasern selbst die hinlänglich bekannten Einzelheiten der jungen, noch unvollständig entwickelten Markfaser. Es muss schon auf den ersten Blick auffallen, und wird bei genauer Untersuchung nur mehr vollends bestätigt, dass die Markfasern während ihres Überganges vom Mittelfeld in den Traktus, und ganz besonders im Traktus selbst, an Dicke abnehmen, deutlich zarter werden. Während die Einzelfaser im Mittelfelde nahezu vollständig mit Mark versehen ist, wenigstens nirgends an derselben deutliche Unterbrechungen der Markhülle sichtbar sind, erscheinen die Fasern des Traktus in einem weit weniger vorgeschrittenen Stadium der Markbildung. Ganz bedeutende Mengen von nackten Achsencylindern liegen zwischen den noch zerstreuten Anhäufungen von mit Mark umhüllten Fasern. Diese sind aber mehr bündelweise angeordnet; man erkennt an den einzelnen Fäserchen noch deutlich die zarten, oft wiederkehrenden Anschwellungen, die nach unserer Auffassung, wie schon öfters erwähnt, das zur Markbildung aufgespeicherte Material enthalten. Die Fasern des Mittelfeldes hingegen sind gleichmässig dick und lassen nur wenige, ganz entfernt von einander liegende Anschwellungen erkennen. Diese Verhältnisse kehren in der ganzen Schnittserie wieder und werden an anderen gleichalterigen Individuen gleichfalls vorgefunden. Es ist dies ein neuer Beweis für die schon früher (5) ausgesprochene Ansicht, dass die Markbildung vom Centrum gegen die Peripherie fortschreitet.

Das Mittelfeld der ventralwärts in der Serie folgenden Schnitte zeigt bei starker Vergrösserung an den, zwischen den querüber laufenden Faserbündeln befindlichen Gewebsfeldern, an bestimmten Stellen, eine etwas andere Zeichnung wie bisher. Während die Hauptanteile dieser Zwischenfelder aus Gliamasse mit kleinen Zellen und Blutgefässchen durchsetzt bestehen, findet sich in Teilen

der Zwischenräume, welche nahe am Traktus liegen und ganz besonders an diesem direkt angrenzen, ohne jedoch mit denselben in Verbindung zu treten, ein ganz anderes Gewebe. Bei schwacher Vergrösserung war es durch zarte Tüpfelung kaum angedeutet; bei starker hingegen lösen sich diese zarten Tüpfelchen in deutliche Quer- und Schrägschnitte von zarten Nervenfasern auf, die zum allergrössten Teil bloss aus nacktem Achsencylinder bestehen, denen aber auch schon solche untermischt sind, an welchen man eine zarte Anlage von Markhülle erkennen kann. Am dichtesten gedrängt sind die Quer- und Schrägschnitte an der dem Traktus angrenzenden Partie; je weiter man sich davon entfernt, desto weniger zahlreich werden sie, bis sie über der Hälfte des Mittelfeldes gar nicht mehr vorhanden sind.

In manchen Teilen ähnliche Befunde wie der erst beschriebene Schnitt dieser Serie, zeigen die anderen Schnitte aus tiefer gelegenen Regionen. Sie enthalten aber ein neues Gebilde, das bis jetzt nicht zur Besprechung gekommen war. Die Schnitte gehen durch den Thalamusteil, der schon in dem früher besprochenen Schnitte enthalten war, mit dem Unterschiede, dass er einer tiefer befindlichen Stelle entspricht, dann durch das Corpus geniculatum internum und dem diesem zugehörigen Sehstielanteil. Die Ebene ist dieselbe wie bisher. Die Schnitte, welche alle diese Gebilde enthalten, sind aber nicht zahlreich, da die vorhandenen Teile nicht lange in derselben Ebene liegen bleiben.

Auch hier ist es vorteilhaft, bei schwacher Vergrösserung (Z. Ob. a 3 oder A. Ok. 2) sich über die Topographie zu orientieren. Es lässt sich wiederum eine Einteilung in drei Hauptfelder vornehmen. Das erste Feld der Ganglienzellengruppe ist im Wesentlichen gleich geblieben, nur ist die Ausdehnung eine grössere; der Querschnitt des Ganglions ist hier, um den fünften bis vierten Teil etwa, grösser als bisher; dafür ist aber der Ursprungsbezirk für die nach dem Mittelfelde hinziehenden Fasern ein geringerer. Nicht aus der ganzen, dem Sehstiel zugekehrten

Randpartie des Ganglions treten die Fäserchen aus. Die Hauptmenge entwickelt sich aus dem vom Traktus etwas weiter weg liegenden Anteil. Der Faserkomplex im Mittelfelde nimmt demnach einen etwas geringeren Flächenraum ein. Die Verminderung des Flächenraumes ist auch noch dadurch bedingt, dass der Abstand zwischen dem ersten und dritten Felde geringer geworden ist. Es hängt das wohl damit zusammen, dass gerade dort, wo die Traktusarme aus den Kniehöckern austreten und sich zum eigentlichen Sehstiel vereinigen, die stärkste Krümmung desselben wahrzunehmen ist. Die Faserzüge selbst zeigen sonst keine Verschiedenheit. Die Austrittsstellen am Ganglion sind ganz ähnlich beschaffen, auch hier beginnen die Faserbündel mit zahlreichen äusserst zarten Fäserchen, welche sich allsogleich zu kompakteren Faserzügen vereinen. Die Einzelfasern zeigen denselben Entwickelungsgrad, dieselbe Dicke. Die einzelnen Faserzüge erscheinen aber näher aneinander gerückt, so dass die Zwischenfelder an manchen Stellen nicht so breit sind. Ganz besonders verschieden ist das Aussehen der Übergangsstelle der Faserzüge vom Mittelfelde in das dritte Feld. Bevor ich darauf eingehe, möchte ich letzteres besprechen.

Das dritte Feld, welches in der erstbesprochenen Schnittserie bloss den Traktus enthielt, zerfällt in zwei ihrem Aussehen nach verschiedene Teile. Das eine von dem Faserkomplex entfernter liegende Stück ist sofort an seiner der Längsrichtung parallelen Streifelung, den blauschwarzen dazwischen liegenden zarten Fäserchen, den Quer- und Längsdurchschnitten von mit schwärzlich gefärbten Blutzellen erfüllten Gefässen, als Traktusstück erkennbar. Der daran angrenzende Teil, gleichsam eine Verbreiterung desselben darstellend, liegt vollständig im Bereiche der Faserzüge eingebettet und bietet ein mehr zelliges Aussehen, ähnlich wie die bisher beschriebenen Anhäufungen von Ganglienzellen. Der Zellhaufen zeigt die Form eines Ovales mit einer nach aussen stärker konvexen Begrenzungslinie. Die Zellen-

masse ist gut und scharf vom übrigen Gewebe durch blauschwarz gefärbte Faserzüge feinsten Kalibers getrennt. Nach innen bilden die Grenze, die in die Zellenmasse einstrahlenden Faserzüge; nach hinten, ein Gewirr von kleinen und kleinsten Faserteilchen; nach aussen, mehr dem konvexen Rande des Zellenhaufens parallel laufende Fäserchen, untermischt mit kleinen, unregelmässig angeordneten Faserteilchen; nach vorne, wie schon erwähnt, der Traktusanfang.

Bei starker Vergrösserung (Zeiss Ob. DD und F. Ok. 3) erkennt man in dem so begrenzten Zellhaufen eine Menge grösserer Ganglienzellen mit ganz deutlich sichtbarem Kern und grossem Protoplasmaleib. Von Fortsätzen ist an manchen bloss einer, an vielen anderen sind deren mehrere zu erkennen. Die Zellen liegen in einem feinfaserigen Gliagewebe, das stark mit kleinen Zellen durchsetzt ist, eingebettet. Eine zahllose Menge von nackten Achsencylindern durchkreuzen sich dazwischen in unentwirrbarem Geflechte, dieselben werden aber vielfach auch von kleineren Faserteilchen durchzogen, welche deutliche Markhülle zeigen. Diese markhaltigen Faserteilchen verlaufen in verschiedenen Richtungen durcheinander; man muss demnach für dieselben ganz verschiedene Verlaufsrichtungen und Ursprungsstellen annehmen. Die Bedeutung solcher Faserstücke ist daher nicht ohne weiteres klar, sie wird sich jedoch späterhin mit grosser Wahrscheinlichkeit klarstellen lassen, besonders nachdem die übrigen am Ganglienkörper liegenden Fasern ihrer Bestimmung nach gesichtet sein werden.

Ein Teil der Faserzüge, welche vom Ganglienkörper aus dem ersten Felde kommen, und gerade jener Teil, welcher dem Traktusanfang nahe liegt, geht unzweifelhaft — das kann man schon bei schwacher Vergrösserung sehen — in den Traktus über. Der vierte bis dritte Teil des ganzen Faserkomplexes biegt am Übergang vom Ganglienkörper zum Traktusanfang, in ziemlich flachem aber deutlich ausgeprägtem Bogen, vom Mittel-

felde gegen den Traktus ab. Die Einzelfasern drängen sich da stark zusammen, sind aber immer noch äusserst deutlich isoliert, so dass man thatsächlich Faser für Faser verfolgen und sich von der Thatsache überzeugen kann, dass dieselben in den Sehstiel eintreten. An dem Schnitte, der hier abgebildet ist, sieht man an jener Stelle wo diese Fasern in den Traktus einstrahlen, den Längsschnitt eines grösseren Gefässes, welches bis weit in den Traktus hineinragt. Eben dieses Gefässtück wird von den beschriebenen Fasern umgeben. Die Fasern, welche jenseits des Gefässes liegen, sind deutlich, ununterbrochen in den Sehstiel zu verfolgen, an den übrigen, welche diesseits liegen ist dies nicht möglich, weil ihr Verlauf durch den Gefässdurchschnitt unterbrochen ist. Jenseits dieses Gefässtückes verlaufen die Faserteile genau in derselben Richtung, sodass sie wohl als dazu gehörig betrachtet werden müssen. Übrigens ist an folgenden Schnitten auch an dieser Stelle, nach Wegfall des Gefässes, dasselbe Faserbündel in continuo in den Traktus zu verfolgen. Es wurde trotzdem dieser Schnitt zur Abbildung gebracht, weil manches andere auf demselben besser sichtbar ist.

Die übrigen zwei Dritteile der Faserzüge bieten dem Untersucher keinen so klaren Einblick in ihre Verlaufsrichtung. Die Faserbündel sind beim Übergang in das Ganglion ebenso aufgefasert wie die erst beschriebenen, die Einzelfäserchen lassen sich aber nicht direkt in den Traktus verfolgen, sondern es hat den Anschein, als verlören sie sich in der Ganglienmasse. An einem Teile der Fasern sieht man freilich, dass sie eine Richtung einschlagen die dem Traktus deutlich zustrebt, so dass man doch berechtigt wäre anzunehmen, dass sie durch das Ganglion, das Corpus geniculatum internum hindurch, und in den Traktus eintreten. Bei der Durchsicht der folgenden und vorhergehenden Schnitte wird man in dieser Meinung vollauf bestärkt. Man sieht nämlich immer wieder Faserstücke, die dieser Richtung entsprechen, aber in den einzelnen Schnitten verschieden weit

von der Eingangsstelle der grossen Faserzüge liegen. Nirgend sieht man, weder an den eintretenden Faserbündeln, noch an den Faserstücken der verschiedenen Schnitte, nackte Achsencylinder oder gar Verbindungen mit Ganglienzellenfortsätzen. Ein Umstand der wiederum dafür spricht, dass auch diese Fasern dem Traktus angehören. Man bekommt sie wohl deswegen nicht auf einem Schnitte in ihrem ganzen Verlaufe zur Ansicht, weil dieser nicht in derselben Ebene bleibt. Diese Fasern nehmen ähnlich wie jene am äusseren Kniehöcker einen Weg, der in den oberflächlichen Schichten des inneren Kniehöckers über die Konvexität desselben herüber zieht, und in einer mehr nach aussen liegenden Stelle des Traktus einmündet. Bei solcher Richtung können nur immer Faserstücke in den einzelnen Schnitten getroffen werden, die sich zu einem Faserbündel ergänzen lassen, welches zuletzt doch in den Traktus einmündet.

Die Richtigkeit dieser Deutung angenommen, bleibt immerhin noch ein freilich verschwindend kleiner Teil von Fasern über, von dem man weder sagen kann, dass er direkt in den Traktus einmündet, noch dass er in derselben Weise verlaufen mag, wie die eben beschriebenen Faserzüge. Ich muss gestehen, dass die Deutung dieser geringen Menge von Fasern nicht sehr leicht ist. Es lässt sich nicht leugnen, dass es von vornherein den Anschein hat, als stände die eben zu besprechende kleinste Fasergruppe in gar keiner Beziehung zum Sehstiele. Ganz besonders scheint dies der Fall zu sein, wenn man die beiliegende Abbildung befragt. Nur die systematische Untersuchung der ganzen Schnittserie gestattet eine Deutung, die mit grosser Wahrscheinlichkeit Anspruch auf Richtigkeit erheben kann.

Bei schwacher, noch besser bei starker Vergrösserung sieht man an diesem und an folgenden Schnitten eben diese äussersten Faserzüge, in entgegengesetzter Richtung vom Traktus, sich am Kniehöcker in Fäserchen auflösen und ohne Achsencylinderfortsätze zu zeigen, an den oberflächlichen Schichten des

Kniehöckers vorbei, in derselben entgegengesetzten Richtung, weiter ziehen. An allen Schnitten erscheinen aber diese Fasern an dieser Stelle, dem hinteren Antcile des Kniehöckers, im Markteile abgeschnitten ohne die äusserste Grenze zu überschreiten. Dafür sieht man aber ebenso gestaltete Faserstücke am äusseren Teile dieser Kniehöckerpartie in wiederum entgegengesetzter, also jetzt dem Traktus gleichsinniger Richtung verlaufen. Gerade diese Faserteile nehmen in den folgenden Schnitten immer mehr an Menge zu und vermengen sich mit einer neuen Fasergattung, die deutlich in kompakterem Zuge dem Traktus zustrebt.

Wenn auch dieses Gewirr der Faserteilchen am hinteren Kniehöckerwinkel ein recht wenig durchsichtiges ist, so sprechen doch viele Thatsachen dafür, dass es sich hier nur um eine Art Schleife der äusseren Faserzüge aus dem grossen Ganglion handelt, welche die Oberfläche und die oberflächlichen Schichten des inneren Kniehöckers bekleiden, auf dem etwas längerem Wege über den Kniehöcker herum, ohne mit diesem in organische Verbindung zu treten, in den Traktus, und zwar mehr an seiner äusseren Seite, eingehen. Handelte es sich nämlich wirklich um Fasern, welche mit dem Traktus nichts zu thun haben, dann müsste man bei Durchmusterung der Serienschnitte auch thatsächlich Fasern finden, welche über dem Kniehöcker hinaus eine dem Traktus entgegengesetzte Richtung beibehielten. Dies ist aber niemals der Fall, auch dann nicht, wenn der Kniehöcker nach anderen Ebenen als der vorliegenden in Serienschnitte zerlegt wurde.

Da man bei allen den angewandten Schnittrichtungen Faserteilchen findet, die in der beschriebenen Weise erst in entgegengesetzter, dann jenseits der Krümmung in zum Traktus gleichsinniger Richtung an der Oberfläche des Kniehöckers verlaufen, und nicht am Traktus vorbei verfolgbar sind, so erscheint mir die Annahme eines solchen schleifenartigen Faserzuges vom grossen in der Thalamusgegend gelegenen Ganglienkörper aus, über und um den inneren Kniehöcker zum Traktus, mindestens gerecht-

fertigt. Jedenfalls entspringen jenem Ganglienkörper keine Fasern, welche nach einer anderen Richtung als der des Kniehöcker und Sehnerven ziehen. Es ist dies eine Thatsache, welche die Wahrscheinlichkeit der Annahme, dass auch die äussersten Faserzüge des Mittelfeldes, die nicht direkt verfolgbar sind, dem Traktus angehören und auf einem kleinen Umwege dahin ziehen, um ein Bedeutendes erhöht.

Endlich wäre noch eines Faserzuges zu gedenken, der in ganz derselben Weise aus dem inneren Kniehöcker entspringt, wie der bei Abhandlung des äusseren Kniehöckers zuletzt besprochene. Nur mit dem Unterschiede, dass dieser Faserzug schwächer ist, und dass seine Fasern mit den Traktusstücken der sozunennenden Schleifenfasern vermengt und nur schwer auf längere Strecken hin voneinander zu trennen sind.

Verfolgt man die im Traktus nach aussen liegenden Fasern gegen den inneren Kniehöcker zu, so gewahrt man, am besten bei starker Vergrösserung, wie diese Fasern verschieden weit nach rückwärts reichen. Eine grössere Anzahl derselben verschwindet ganz vorne in den vordersten Schichten des Kniehöckers. Man sieht die Einzelfaser dort, wo die Ganglienzellen beginnen, meist zwischen diesen ihr Mark verlieren; bei vielen von ihnen gelingt es noch auf kleine Strecken, ihren Achsencylinderfortsatz im Auge zu behalten. Es sind dies also Fasern, welche mit sozusagen kurzer Wurzel im vordersten Abschnitt des inneren Kniehöckers entspringen.

Andere Fasern dieser Gruppe lassen sich am äusseren Rande des Kniehöckers weiter verfolgen und senken sich erst später vom Rande her in die Kniehöckermasse, bei allmählicher Einbusse der Markhülle, ein. So kann man Einzelfasern verfolgen, welche bis gegen den hinteren Winkel des Kniehöckers ziehen und auf diesem Wege, bald da, bald dort, einzeln oder zu mehreren, in die Zellmasse des Kniehöckers abbiegen.

Mit diesen Fasern sind aber nicht allein die absteigenden

Teile der sogenannten Schleifenfasern vermengt, sondern auch solche, welche weder der einen, noch der anderen Gruppe anzugehören scheinen. Es gelingt nämlich einzelne Fasern aus dem Traktus dem äusseren Kniehöckerrande entlang, an dem hinteren Winkel vorbei zu verfolgen; freilich nicht ununterbrochen, sondern stückweise, mit zu Hilfenahme der Untersuchung von aufeinanderfolgenden Schnittserien. Die Vermutung lässt sich nicht unterdrücken, dass es sich hier doch um Fasern handeln dürfte, wenn auch um verschwindend wenige, welche dem Traktus angehören, ohne aus den umliegenden bis nun bekannt gewordenen Ganglienkörpern zu entspringen. Sie würden darnach nicht gerade durch das Ganglion hindurch treten, sondern eher an diesem vorbeiziehen. Es wird sich Gelegenheit bieten, auf diese und ähnlich verlaufende Fasern bald bei Besprechung einer anderen Schnittführung zurückzukommen; dann wird sich ihre Bedeutung etwas klarer darstellen lassen. An den vorliegenden Schnitten wird ihr weiterer Verlauf gar nicht, auch nicht vermutungsweise klar. Man kann eben nur sagen, dass diese vereinzelten Fasern am hinteren Kniehöckerwinkel in etwas von ihm abgebogener Richtung vorbeiziehen; sie hören aber dort auch schon auf, da sie sich wahrscheinlich in eine andere Ebene einsenken — ihr weiteres Schicksal bleibt sonach zunächst unaufgeschlossen.

Bei Besprechung der Fasern, welche mit dem äusseren Kniehöcker in ursächliche Verbindung gebracht werden konnten, wurde auch mit Bestimmtheit bewiesen, dass der äussere Kniehöcker die wirkliche Ursprungsstätte für alle diese Fasern ist und es keine Fasern giebt, welche durch das Ganglion hindurch- oder an demselben vorbeiziehen. Nicht dasselbe gilt für den inneren Kniehöcker. Hier haben wir auch eine ansehnliche Menge von Fasern kennen gelernt, welche bestimmt im Kniehöcker entspringen. Es waren dies Fasern mit kurzer Wurzel, vorn am Ganglion und solche mit langer, am äusseren Rande.

Ausserdem aber fanden sich Fasern vor, von denen die Ursprungsstätte noch unentdeckt geblieben und solche, die wohl am inneren Kniehöcker vorbeiziehen oder durch denselben hindurchtreten, ohne in ihm zu entspringen, für diese fand sich ein anderer grosser Ganglienkörper als Wurzelstätte.

Der innere Kniehöcker ist sonach für eine gewisse Anzahl von Traktusfasern nicht allein Ursprungsganglion, sondern auch in gewissem Sinne ein eingeschobenes Ganglion, was für den äusseren Kniehöcker schon von anderen irrtümlich behauptet worden war.

Es erübrigt nur noch festzustellen, mit was für einem Ganglienzellenhaufen wir es im sogenannten ersten Felde der beschriebenen Schnitte zu thun haben, welchem Ganglion eigentlich die grosse Menge von Traktusfasern ihren Ursprung verdankt!

Schon früher ist auseinander gesetzt worden, dass die Schnittebene, durch welche die in Frage stehenden Fasern und der dazu gehörige Ganglienkörper freigelegt wurden, so geführt war, dass sie zugleich durch Traktus, inneren Kniehöcker und Thalamuskörper ging. Es wurden durch diese Schnittführung zwei Hälften des Gehirnstückes erhalten, wovon die bedeutend grössere den Traktus, Kniehöcker und Thalamus enthielt. Dieses Stück kam zur Untersuchung, und in diesem Stücke zeigten alle der Schnittfläche parallel abgetragenen Schnitte, sofern sie noch Längsanteile des Traktus enthielten, Durchschnitte jenes Ganglienkörpers und die aus ihm entspringenden und in den Traktus einstrahlenden Faserzüge. Die Ausdehnung des Durchschnittes des Ganglions nimmt aber, wenn auch wenig, so doch stetig ab. In den letzten Schnitten, welche noch Traktusanteile enthalten, ist der Querschnitt des Ganglions schon sehr klein geworden, er ist aber immer noch vorhanden und verschwindet erst vollständig, nachdem schon in einigen Schnitten keine Traktusanteile mehr zu sehen waren.

Zerlegt man die andere, kleinere Hälfte des betreffenden

Gehirnstückes in fortlaufende Serienschnitte, so trifft man wiederum Durchschnitte des Ganglienzellenhaufens mit nach verschiedenen Richtungen gehenden, aber spärlicheren Faserzügen. Die Durchschnitte des Ganglions werden aber nicht kleiner, sondern sie nehmen bis zu einer gewissen Grenze an Ausdehnung zu, um dann wieder allmählich abzunehmen. Die Form des Durchschnittes bleibt in allen Schnitten so ziemlich dieselbe, etwa wie ein Ellipsoid. Zerlegt man ein ungeteiltes Gehirnstück senkrecht darauf in Schnitte, so bekömmt man wiederum Durchschnitte des Ganglienkörpers, auch von ellipsoider Form, jedoch länglicher und zugleich bei weitem schmäler, zum Querschnitt des Traktus etwas schräg gelegen. Kombiniert man die Quer-, Längs- und Schrägschnitte, so erhält man für das ganze Ganglion eine ansehnliche körperliche Ausdehnung, der Form nach am besten etwa mit einer ein wenig der Fläche nach gekrümmten Mandel zu vergleichen.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass dieses Ganglion identisch ist mit dem von Luys (8) zuerst beschriebenen, aber durch andere Schnittführung aufgedeckten sogenannten Corpus Luys oder Bandellette accessoire de l'olive superieure; nach Stilling (3) Nucleus amygdaliformis; nach Henle (4) Corpus subthalamicum. Über die Lage dieses für den Ursprung des Sehnerven überaus wichtigen Ganglions finden sich bei allen Autoren ziemlich dieselben Angaben, wie sie schon der Entdecker des Kernes gegeben. Ich weiss nicht, ob man sich damit begnügt hat, das von Luys gesagte, kurzer Hand zu bestätigen, oder ob sich die daraufhin angestellten Untersuchungen der Autoren wirklich vollständig deckten. Wenn man bei Freilegung dieses Körpers und seiner unzweideutigen Optikusfasern so vorgeht, wie es in vorliegendem beschrieben wurde, dann muss es Einen wundern, wenn man diesen Körper nirgends mit dem Sehhügel selbst in Verbindung gebracht findet, und wenn die Sehnervenfasern, welche aus ihm in so grosser Menge entspringen, nicht vollends als Thalamus-

wurzel aufgefasst werden. Es ist ja richtig, dass der Hauptteil des sogenannten Corpus Luys in einer Gehirnregion eingebettet ist, die ausserhalb des Thalamus und zwar unter demselben liegt. Sein von Henle eingeführter Name, Corpus subthalamicum, erscheint demnach gewiss gerechtfertigt. Es ist aber andererseits nicht zu leugnen, dass dieser Ganglienkörper mit seinem kleineren Teile in die eigentliche Substanz des Thalamus hineinragt, thatsächlich dem Sehhügel angehört. Die Fasern, welche von dieser Gegend des Ganglions in grosser Menge entspringen, treten alle in den Traktus ein; dieser bezieht ausserdem keine anderen Fasern aus dem Corpus subthalamicum.

Aus diesen Gründen ist es gewiss gerechtfertigt, die Wurzel nicht als Subthalamische, sondern in Wirklichkeit als echte Thalamuswurzel zu betrachten und stets so zu benennen. Ihrer Lage nach wäre sie die unterste, tiefste Thalamuswurzel. Dass sie bisher nicht als solche gegolten, wundert mich. Stilling, der zuletzt diese Gegend eingehender untersucht und diese Traktuswurzel zuerst genau, wenn auch nicht so vollständig beschrieben hat, scheint nur einen Teil der Fasern gesehen zu haben und zwar jenen, der dem Grosshirnschenkel näher liegt, demnach den am tiefsten gelegenen, jenen, der von den Kniehöckern am weitesten entfernt ist. Die von ihm beschriebene Wurzel bildet „. . . . einen im Vergleich zu den übrigen centralen Wurzeln sehr zurücktretenden, aber an und für sich nicht unbeträchtlichen Zug, der etwa 7 mm, also in beträchtlicher Distanz von der inneren Grenze des Corpus geniculatum laterale vom Stamme abbiegend, fast genau horizontal durch den Grosshirnschenkelfuss, sich scharf von dessen quer und schräg durchschnittenen Fasern abhebend, zu dem mandelförmigen Kern läuft . . . . .“ Auch ich habe diese Fasern gesehen und beschrieben, sie bilden aber nur einen kleinen Teil des ganzen aus dem Corpus Luys entspringenden Faserkomplexes. Der grössere Teil liegt über dem Grosshirnschenkelfuss, durchsetzt seine Bündel nicht, liegt

beinahe auf seinem ganzen Verlaufe im Thalamus und entspringt aus einem Theile des Corpus Luys, welcher in den Thalamus hineinragt, also diesem beizurechnen ist. Am Corpus Luys selbst konnte keine Grenze gesehen werden, die etwa die beiden Ganglienteile den subthalamischen und den thalamischen von einander trennten; dieselben gehen ineinander über. Es wurde aber auch nicht gesehen, dass Traktusfasern aus der subthalamischen Gegend des Ganglions entsprängen; von dieser Partie gehen wohl Fasern ab, sie haben aber mit dem Sehstiele nichts zu thun, dieser bezieht seine Fasern nur aus dem Sehhügelteile des Ganglions. Die übrigen Fasern gehören dem Grosshirn an; ihre genauere Verfolgung hatten wir uns für diesmal nicht vorgesetzt. Nach Stilling entspringen aus dem mandelförmigen Kern oder treten, wie er sagt, zu ihm in Beziehung, Fasern vom Grosshirnschenkel, vom Grosshirn und Tractus opticus.

Die Beziehungen des Corpus Luys zu den übrigen nicht zum Sehnerv gehörigen Fasern in vorliegender Arbeit zu untersuchen und anatomisch festzustellen, lag nicht in meinem Plane, es hätte mich zu weit abgeführt, auch stand mir nicht das nötige Material zu Gebote. Ein kürzlich erhaltener Zuwachs an embryonalen und anderen Gehirnen setzt mich in den Stand, dies in nächster Zeit zu thun. Für heute sei die Thatsache festgestellt und durch die getreuen Abbildungen erhärtet, dass das Corpus Luys eine ansehnliche, ich möchte fast sagen die ansehnlichste Wurzel zum Traktus opticus abgiebt. Sie kann und sollte ihrer Lage, ihrem Ursprunge nach, als tiefste und zugleich wichtigste Thalamuswurzel aufgefasst werden.

Es erübrigt noch festzustellen, dass diese tiefste Thalamuswurzel aus dem Corpus Luys wirklich Fasern enthält, welche nicht nur in den Traktus eintreten, sondern auch darin verbleiben und mit ihm zum Chiasma ziehen. Ich hätte diesen Beweis zu erbringen nicht für nötig gehalten, da es bei der

anatomischen Lage dieser Fasern, der Art ihres Ausstrahlens in den Traktus und ihrem langen Verlaufe in demselben, kaum anzunehmen war und ist, dass es sich nur um durch den Traktus durchziehende fremde Fasern handle. Ich habe mich aber doch der Mühe unterzogen und den Beweis erbracht, weil mir gelegentlich einer mündlichen Besprechung des eben beschriebenen Befundes, von gewiss fachmännischer Seite die Frage gestellt wurde, ob es sich hier nicht um eine Täuschung handeln mag und Fasern für Sehnervenwurzelfasern gehalten wurden, welche auf ihrem Wege nach einem anderen Bestimmungsorte, den Traktus nur durchzögen.

Zu dem Ende wurde ein Traktus mit den anliegenden Teilen des Thalamus, der subthalamischen Region und dem Traktus sonst noch, aussen oben anliegenden Gehirnpartie, in eine lückenlose Serie von Querschnitten zerlegt. In jedem Schnitte dieser beinahe endlosen Reihe war ein Quersehnitt des Traktus, in einer grossen Anzahl von Sehnitten waren Ganglienzellengruppen aus dem Corpus Luys und daraus entspringende, in den Traktus ziehende, vereinzelte Faserzüge und Teile davon deutlich zu sehen. In keinem einzigen Schnitt konnten Fasern oder Faserteile gefunden werden, welche nach der entgegengesetzten Seite hin aus dem Traktus austreten würden.

In derselben Weise wurden vom Traktus noch schrägverlaufende Längsschnitte angelegt, an denselben aber auch nichts gefunden. Die früher angefertigten Seriensehnitte des Traktus und der angrenzenden Gehirnteile wurden auch noch daraufhin gründlich, aber mit negativem Resultate untersucht.

Darnach steht die Thatsache unumstösslich fest, dass die in grosser Menge aus dem so zu nennenden Thalamusteile des Corpus Luys entspringenden Fasern, direkt, und auf Umwegen, durch und über das Corpus geniculatum mediale, in den Traktus einstrahlen, und was zu beweisen war, in demselben

verbleiben und mit ihm dem Chiasma nervorum opticorum zustreben.

Bei den bisher geübten Schnittführungen war es nicht gelungen die Gegend der beiden Kniehöcker, des Pulvinar Thalami und des Traktus zugleich blosszulegen. Dies erschien deswegen erwünscht um allenfalls zwischen, über und unter den Kniehöckern in die Sehhügel verlaufende Fasern aufzudecken.

Es ist nicht schwer, die gewünschte Gegend in zusammenhängende Schnitte zu zerlegen, da man ganz gut durch einen zur Horizontalen schräg gerichteten Schnitt alle vier Gebilde zugleich treffen kann. Um möglichst alle Fasern zu treffen, die hier verlaufen könnten, wurde die Schnittserie von unten begonnen, so dass auch die oberflächlichen Schichten der Kniehöcker mit zur Untersuchung kamen. So günstige Bedingungen die bis jetzt untersuchten Faserzüge für die klare bildliche Darstellung boten, so wenig ist dies für die nun zu besprechenden Faserzüge der Fall. Es gelingt wohl dieselben sichtbar zu machen, und durch Ergänzung der einzelnen Serienschnitte kann man sich auch eine ziemlich klare Vorstellung von ihrem Verlaufe und ihrer Menge machen; es gelingt aber nicht, auf einem Schnitte ganze Faserzüge vom Traktus bis in die Wurzelgangliengruppe hinein klarzulegen, wenigstens nicht in befriedigender Weise. In einigen Schnitten sieht man wohl einen annähernd vollständigen Faserzug; derselbe liefert aber keine richtige Vorstellung, weil er, wie sich zeigen wird, nur kurze Fasern des Zuges betrifft. Wenn Fasern nach verschiedenen Richtungen gekrümmt verlaufen, dann ist eben die Verfolgung derselben auf einem Schnitte, und ihre übersichtliche Abbildung unmöglich; ihr Verlauf kann nur durch Serienschnitte einigermassen, oft auch ganz genau festgestellt werden. Zu dieser Untersuchung eignen sich übrigens zunächst besser die entsprechenden Gehirnteile von überreifen Früchten oder auch von mehrere Wochen alten Kindern. Da

man nicht die kompakten Faserzüge treffen kann, sondern meist nur Teile davon oder vereinzelte Fäserchen, so ist es vorteilhaft, sie in einem Stadium vollständigerer Markentwicklung zu untersuchen, da sie sonst nur schwer wiedergefunden werden. Dies gilt übrigens nur für jene Faserzüge, welche isoliert verlaufen.

Betrachtet man aufmerksam die so gewonnene Serienschnittreihe, so findet man zweierlei Faserarten, welche bis jetzt noch nicht zur Darstellung gekommen waren. Die eine Faserart kann man am besten an den ersten oberflächlichen Schnitten sehen; auch die folgenden, sofern sie Teile des Pulvinar enthalten, lassen Fäserchen erkennen, welche dieser mehr oberflächlich verlaufenden Faserart angehören. An manchen oberflächlichen Schnitten, welche Randstücke des Corpus geniculatum laterale und des Pulvinar enthalten, sieht man von den Randteilen des Pulvinar demnach aus dessen Rindenschichten (Stratum zonale) in den verschiedensten Höhen Fasern und mehr noch Faserteile herabziehen und am Corpus geniculatum laterale vorbei in den Traktus, und zwar in die peripheren Schichten desselben einstrahlen. Die früher erwähnte schräge Schnittführung eignet sich ganz besonders gut zur Darstellung dieser Fasern, da man dadurch in vielen Schnitten Randteile vom Pulvinar zur Ansicht bekommt, die im Schrägschnitt kleine oder grössere Flächenpräparate des Stratum zonale des Pulvinar darstellen. Gerade an solchen Schnitten gewinnt man die Überzeugung, dass eine Anzahl der so verlaufenden Fäserchen hier endet, beziehentlich aus den in den Rindenschichten des Pulvinar zerstreut liegenden Ganglienzellen entspringt. — Es ist nicht leicht, sich davon ganz genau zu überzeugen, denn die Traktusfasern lösen sich zum Teil in ein regellos durcheinandergeworfenes, äusserst feines Fasergeflecht auf. An weniger entwickelten Gehirnen kann man aber infolge der deutlicheren Isolierung, doch mit Sicherheit Fäserchen zwischen die Zellengruppen eindringen sehen, und sogar an ihnen Achsencylinderfortsätze konstatieren. Einen sicheren Zusammenhang

von diesen mit Ganglienzellenfortsätzen konnte ich nicht, wie früher in den Kniehöckern und im Corpus Luys, nachweisen. Ich stehe aber dennoch nicht an, die Meinung auszusprechen, dass Traktusfasern, wenn auch in geringer Menge, über die Oberfläche des Pulvinar zerstreut, in den Rindenschichten desselben entspringen. Die Thatsache, dass die sonst vollständig mit Mark versehenen Fasern, in unmittelbarer Nähe von Ganglienzellen ein Stückchen nackten Achsencylinder erkennen lassen, ist für mich nunmehr ein sicheres Zeichen von Nervenendigung, beziehentlich Nervenursprung.

Diese Fasern, deren Verlauf jenem für die sogenannte oberflächliche, äussere Thalamuswurzel entspricht, und auch von Stilling (S. 54) genauer beschrieben wurde, haben nach diesem Autor „. . . . mit den grauen Kernen auf der Oberfläche des Thalamus . . . . nichts zu schaffen . . . . Wohin sie laufen (centralwärts) ist vorerst nicht zu enträtseln, da sie sich mit Fasern vermischen, die von vorn und seitlich herkommen und so fein werden, dass ihre Verfolgung unmöglich wird. Über ein etwaiges Zellgebiet lässt sich nicht einmal eine entfernte Vermutung fassen . . . .“ Während sich unsere Angaben über den Verlauf dieser Fasern ziemlich decken, sind wir über den Ursprung derselben, darnach entgegengesetzter Meinung. Es ist dies wohl begreiflich. Man kann sich von den Ursprüngen der Fasern im Stratum zonale nur an jugendlichen Gehirnen, welche in der beschriebenen Art zerlegt werden, überzeugen. An Schnitten von Gehirnen Erwachsener, oder gar an gefaserten Präparaten ist dies geradezu unmöglich. Hat man nur solche untersucht, dann kann man sich auch nur Stillings Meinung zugesellen. Ich habe selbst im Verlaufe meiner langdauernden Untersuchung derselben gehuldigt, bis ich an den erst in letzter Zeit gewonnenen Präparaten Gelegenheit hatte, mich vom Gegenteile zu überzeugen.

Es begehen aber vom Traktus aus noch andere Fasern den-

selben Weg, ohne dass diese mit den eben beschriebenen irgend etwas gemein hätten. Sie liegen im Traktus sowohl, als auch im Pulvinar zu äusserst, und können noch am ehesten auf einem und demselben Schnitte weithin, oder doch weiterhin verfolgt werden. Wenn man eine Reihe von ähnlichen Objekten in derselben Weise untersucht hat, sich mit dieser Gegend einigermassen vertraut gemacht hat, so gelingt es unschwer, diese Fasern immer wieder aus dem Gewirre herauszusehen. Sie haben einen mehr gestreckten Lauf, beteiligen sich nicht an dem Geflechte, sondern laufen durch, und sind besonders dort, wo die anderen Fasern ihr Geflecht eingehen, und ihre Markhülle einbüssen, von entschieden mächtigerem Baue, sie sehen etwas dunkler und hier auch etwas dicker aus. Näher am Traktus ist dieser Unterschied nicht kenntlich.

Von diesen Fasern könnte man eher mit Stilling sagen: „. . . . Wohin sie laufen, ist vorerst nicht zu enträtseln. . . . . Über ein etwaiges Zellgebiet lässt sich nicht einmal eine entfernte Vermutung fassen . . . . . .“

Die Menge dieser Fasern ist nicht grösser und wohl auch nicht geringer als die jener, für welche die Rindenschicht des Pulvinar als Ursprungsstätte angenommen wurde. Wenn sich auch für diese zweite Fasergruppe kein Zellgebiet auffinden liess und daher auch nicht gesagt werden kann, wohin sie laufen, so kann doch mit Bestimmtheit behauptet werden, dass diese Fasern weder im Thalamus noch in angrenzenden, Ganglienzellenhaufen führenden Gehirnteilen, ihren Ursprung nehmen. Da ich mir in dieser Arbeit vorgesetzt hatte, die Sehnervenfasern bloss bezüglich ihrer centralen Stammganglien, so weit möglich, zu studieren, so konnte ich mich nicht darauf einlassen, besagte Fasern über die mir gesetzte Grenze hinaus zu verfolgen; die ohnehin ausgedehnte Arbeit hätte allzugrosse Dimensionen angenommen. Ausserdem hatte ich schon bei Beginn dieser Untersuchung den Plan gefasst, in einer folgenden, das Schicksal der Sehnerven-

fasern jenseits der Stammganglien, die Verbindung dieser mit der Gehirnrinde in derselben Weise genauer zu erforschen. Ich hoffe diesen Plan demnächst zur Ausführung bringen zu können. Trotzdem möchte ich heute schon eine Vermutung aussprechen, welche auch nur als solche aufgefasst werden soll.

Könnte man nicht annehmen, dass diese Fasern des Traktus, für welche in den vorhandenen Sehnervenganglien keine Ursprungsstätte gefunden werden kann, und die den Eindruck machen als zögen sie nach entfernter gelegenen Bezirken, überhaupt keine im gewöhnlichen Sinne des Wortes central entspringende Sehnervenfasern sind, sondern dass sie nach Art von Kommissurenfasern die Sehnervenendzellen der Netzhaut mit den Zellen in der Gehirnrinde verbinden? Sie wären dann allenfalls zu vergleichen mit den kommissurenartig verlaufenden Fasern des Balkens. Wenn auch die bis jetzt dafür gewonnenen Thatsachen diese Annahme keineswegs vollkommen rechtfertigen, so wird dieselbe doch nicht als eine ganz willkürliche, sondern als eine in manchen Punkten anatomisch gerechtfertigte aufgefasst werden können. Auf die physiologische Bedeutung so verlaufender Fasern und auf die physiologische Berechtigung einer solchen Annahme an diesem Orte einzugehen ist nicht meine Absicht.

Der Sehhügel liefert endlich noch eine Fasergruppe, welche auch bei derselben Schnittführung, zum Teil wenigstens, dargestellt werden kann.

An den Schnitten, welche aus tieferen Thalamusteilen stammen, aber immer noch Teile der Kniehöcker mitenthalten, sieht man schon bei schwacher Vergrösserung Faserbündel in den Traktus eintreten, welche aus dem Innern des Thalamus herkommend, unter dem inneren und äusseren Knichöcker in etwas bogenförmigen Laufe vorüberziehen. An Serienschnitten kann man sich überzeugen, wie diese Faserzüge unter und zwischen den Kniehöckern in die graue Substanz des Sehhügels einstrahlen. Die Faserzüge sind auf den einzelnen Schnitten nicht in continuo

verfolgbar, denn sie verlaufen in doppelter Hinsicht bogenförmig gekrümmt. In der Nähe des Traktus ist aber an manchen Schnitten das Faserbündel kompakt sichtbar. An jugendlichen Individuen gelingt es sogar aus diesen Bündeln heraus, Einzelfasern bei starker Vergrösserung zu verfolgen (Zeiss. Ob. F. Ok. 3) und sich davon zu überzeugen, dass dieselben von Ganglienzellen aus der grauen Substanz des Sehhügels entspringen. Diese wichtige Thatsache ist, wenn auch nur vereinzelt festzustellen, doch ausschlaggebend für den ganzen Faserkomplex, umsomehr man an anderen Schnitten der Serie, an Stellen, welche vom Traktus weiter ab liegen, Faserstücke findet, welche auch mit Ganglienzellen der grauen Substanz des Thalamus in Beziehung zu treten scheinen. Diese weiter ab liegenden Faserteilchen lassen sich an ihrer Richtung durch die aufeinanderfolgenden Schnitte bestimmt als zum Traktus gehörige Fasern erkennen.

Aus diesen Befunden lässt sich noch die Thatsache verzeichnen, dass die Fasern der tiefen Thalamuswurzel verschieden lang sind. Die kurzen, den Kniehöckern näher, ganz besonders in der Einkerbung der Kniehöcker gelegenen, waren es, welche vom Traktus bis zu ihrer Wurzelstätte im Thalamus verfolgt werden konnten. Diese Fasern liegen aber nicht so beisammen, dass man sie gesondert als tiefe kurze Thalamuswurzel auffassen und von der tiefen langen Wurzel trennen sollte. Das würde die Einteilung nur komplizieren. Es ist besser und gewiss auch richtiger nur zwischen kurz und lang entspringenden Fasern der in ihrer Gesamtheit schon von den meisten Autoren anerkannten tiefen Thalamuswurzel des Sehnerven zu unterscheiden.

Was die Entwickelung der Markhülle all' dieser Faserzüge anlangt, so fällt es einigermassen schwer ein vollständiges Bild derselben zu entwerfen, weil nicht alle Fasern an gleichalterigen Individuen verglichen werden konnten. Es liessen sich dennoch

die Hauptzeitabschnitte feststellen, ebenso dass die einzelnen Faserzüge welche an gleichwertigen Stellen entspringen sich auch gleichzeitig mit Mark umgeben. Ferner konnte man wiederum Thatsachen erbringen, die mehr bei der Beurteilung der zeitlichen Markbildung im allgemeinen, in Betracht kommen. Neue Belege wurden gesammelt für unsere Ansicht, dass das Mark sich in der betreffenden Bahn in der bestimmten, beschriebenen Weise allmählich vom Centrum gegen die Peripherie hin entwickelt. —

An 14—16 Wochen alten Embryonen ist an der Faserstrahlung aus dem Corpus Luys nichts von Mark zu sehen. Die Faserzüge selbst sind jedoch wieder zu erkennen, freilich auch nur bei stärkerer Vergrösserung, als zarte hellglänzende, in derselben Weise wie später die Markfasern verlaufende, nackte Achsencylinder. Wenn auch an ein Verfolgen der einzelnen Fasern in diesem Entwickelungszustand nicht zu denken ist, so kann man doch auch schon hier sehen, wie die in flachen Bogen herabziehenden Züge nackter Achsencylinder in den ebenso beschaffenen marklosen Traktus einstrahlen.

Auch die übrigen Faserzüge aus dem Corpus Luys, welche über dem Kniehöcker verlaufen, die eigentlichen Kniehöckerfasern und die oberflächliche und tiefe Sehhügelwurzel sind in diesem Alter noch marklos.

Das nächst ältere Individuum, das zur Untersuchung kam, etwa aus der 20.—22. Woche, zeigt schon andere Verhältnisse und zwar ähnliche wie wir sie an der Wurzel aus dem äusseren Kniehöcker kennen gelernt haben. Nur die Untersuchung mit starker Vergrösserung lässt in derselben Weise die ersten Anfänge der Markbildung erkennen. Deutlich sieht man die dunkelen Anschwellungen und allmählichen Übergänge in die wieder marklose Partie der Faser, in der Wurzel des Corpus Luys und in den Fasern, welche direkt dem inneren Kniehöcker entstammen. An den bekannten Schrägschnitten ist auch in der tiefen Thalamuswurzel beginnende Markbildung zu konsta-

tieren. Die aus dem Stratum zonale entspringenden Fasern sind wegen ihrer vollständigen Marklosigkeit gar nicht wieder zu erkennen, man sieht nur ein schwach angedeutetes faseriges Gewebe, das stark mit Zellen durchsetzt ist, selbst die Züge der nackten Achsencylinder sind äusserst schwer, nur bei starker Vergrösserung, eben kenntlich. Dasselbe gilt von den oberflächlich am Kniehöcker entspringenden Fasern. Es hat darnach den Anschein, als bestände, an den oberflächlich und den tief entspringenden Traktusfasern, ein zeitlicher, wenn auch geringer Unterschied in der Entwickelungsart der Markhülle.

An einem etwa 30 Woehen alten Fötus finden sich weit entwickeltere Markhüllen; es sind wiederum die tiefen Wurzeln und in erster Linie die Faserstrahlung aus dem Corpus Luys und dann die tiefe Thalamuswurzel, welche eine ganz deutliche Markhülle an den Einzelfasern aufweisen. Dieselbe ist aber keineswegs vollkommen. Man sieht auch hier in den einzelnen Bündeln noch viele Fasern, die beinahe, oder gar vollständig marklos sind; an anderen Fasern sieht man dies nur an Teilen derselben. Bei starker Vergrösserung erkennt man die oft erwähnten Ansehwellungen im Verlaufe der Markfaser und die Verminderung der zelligen Gebilde. Die oberflächlich verlaufenden Fasern aus dem Stratum zonale sind auch schon in deutlicher Markbildung begriffen, jedoch lange nicht in dem Maasse wie die Züge aus dem Corpus Luys, sie erscheinen noch in dem Kleide der ersten Entwicklungsstufe der Markbildung. Von den Fasern, welche an den Sehhügeln von mehrwöchentlichen Kindern als weiter fortziehende kommissurenartig verlaufende, beschrieben wurden, ist nichts zu sehen, die Markbildung scheint an diesen noch gar nicht im Gange zu sein; als nackte Achsencylinder sind sie aus dem regellosen Fasergeflecht nicht erfindlich.

Einen weit schöneren Einblick in den Faserverlauf aller aus den Centralganglien entspringenden Optikusfasern gewähren Früchte aus der 34.—36. Woche.

Da sieht man schon bei schwacher Vergrösserung nur vollständig mit Mark bekleidete Fasern aus dem Corpus Luys in den Traktus einstrahlen. Sie durchziehen in zierlicher Anordnung äusserst zart und dünn, vollkommen von einander isoliert, das gelblich gefärbte Mittelfeld, als deutlich blauschwarz gefärbte Fäserchen. Bei starker Vergrösserung erkennt man wohl noch Anschwellungen im Verlaufe der Fasern, dieselben sind aber nicht mehr so mächtig und viel seltener. Auch die Faserzüge am Kniehöcker zeigen dieselbe Entwickelung. Entschieden weniger vollkommen ist die Markentwicklung in den angrenzenden Traktusteilen; hier sind immer noch einzelne Fasern wenig oder gar nicht bekleidet, so dass man besonders bei starker Vergrösserung noch deutlich Züge von nackten Achsencylindern zu erkennen vermag. An den beiden Thalamuswurzeln sind die Unterschiede in der Entwickelung auch schon nahezu verstrichen, sie erscheinen mir aber beide nicht so gut entwickelt wie die Faserzüge aus dem Corpus Luys. Freilich konnten hiezu nur zwei gleichaltrige Früchte verglichen werden. Es ist wohl nicht ohne weiteres zulässig daraus den Schluss auf Beständigkeit des Befundes zu ziehen, wenn es auch wahrscheinlich sein dürfte, dass die zweimalige Wiederkehr gleicher Unterschiede in der Entwickelung bestimmter Fasergattungen der Ausdruck eines beständigen und regelmässigen Befundes ist.

Von grossem Interesse scheint mir die Thatsache, dass die als Kommissurenfasern beschriebenen Züge (nur der Kürze halber, nicht als Ausdruck der feststehenden Thatsache, will ich diese Fasern so nennen) längs der Oberfläche des Sehhügelkörpers zu dieser Zeit noch immer nicht erkennbar sind. Deutlich sichtbar sind sie überhaupt erst am Gehirne mehrwöchentlicher Kinder, da erst sind sie als eigene Fasergattung charakterisiert. Es mag sein, dass die Anfänge der Markbildung viel früher eintreten als sie sichtbar werden; zu erkennen sind dieselben erst beim Neugeborenen, aber auch da nicht mit Bestimmtheit. Dass die

Markbildung nach erfolgter Geburt auch unreifer, lebensfähiger Früchte raseher erfolgt, habe ich schon in der Bearbeitung des Chiasma dargethan (5). Meine mikroskopischen Befunde deckten sich in schönster Weise mit den makroskopisehen Flechsig's (6); seine Vermutung, dass das extrauterine Leben fördernd auf die Markentwicklung einwirke, konnte zur Thatsache erhoben werden. Es mag wohl sein, dass die in Rede stehenden Fasern bis zur Geburt nur eine kaum erkennbare Markbekleidung besitzen, dass diese in den ersten extrauterinen Lebenswoehen zu raseherer Entwickelung kommt und dass sie dann sogar kräftiger und schwärzer aussehen, als die übrigen Faserzüge. Ieh muss gestehen, dass die Sonderstellung dieser Faserzüge in Bezug auf die Bildung der Markhülle auffallend und höehst interessant ist und die früher ausgesprochene Vermutung, betreff ihres anatomisehen Verlaufes und ihrer anatomischen und physiologisehen Bedeutung, gewiss nieht unhaltbarer macht. Man könnte eher sagen, dass dureh diese Thatsache der verspäteten Markbildung ihre Sonderstellung ganz besonders ausgesprochen ist. Vielleieht werden spätere Untersuchungen im stande sein, darüber mehr Klarheit zu schaffen. — Vorerst möge nur der embryologisch-anatomisehe Befund zu dem bereits Erwiesenen hinzugefügt werden. —

An älteren Früehten als solehen aus der 34.—36. Woehe nimmt die Markbekleidung, wie sehon für andere Wurzelbahnen bemerkt wurde, an Mäehtigkeit zu, bis sie beim mehrmonatlichen Kinde die Höhe der Entwickelung erreieht hat.

So hat denn die Untersuehung der Gegend des inneren Knichöekers, des Sehhügels und der angrenzenden Gebiete manche wichtige Thatsaehe geliefert. Sie seien hier kurz zusammengefasst.

Der Sehstiel erhält einen geradezu mäehtigen Faserzuwaehs aus einem Teile des sogenannten Corpus Luys. Der grössere

Teil zieht direkt in den Traktus ein, nachdem er in flachen Bogen das Zwischengebiet über dem Grosshirnschenkel durchlaufen hat. Der andere Teil der Faserzüge geht auf längerem Wege, durch den inneren Kniehöcker, über und um denselben, in den Traktus ein. Dieser Verlauf an der Oberfläche des Kniehöckers ist ein etwas verwickelter und ergiebt sich nur aus der aufmerksamen Untersuchung und Beurteilung der bestimmten Serienschnitte.

Ebenso wie aus dem äusseren, entspringen auch aus dem inneren Kniehöcker Traktusfasern, ganz vorne am Traktusanfang, mit sogenannter kurzer Wurzel, ohne jedoch bündelweise einzustrahlen. Sie entspringen und verlaufen einzeln.

Gleichfalls einzeln entspringende Fasern bezieht der Traktus aus der ganzen nach aussen gekehrten Fläche des Kniehöckers, bald mit kurzer, bald mit längerer Wurzel, je nachdem, ob die Faser aus Teilen die dem Traktus näher, oder weiter weg gelegen sind, herstammt.

Aus dem Thalamuskörper treten Fasern aus, welche wie schon bekannt war, in oberflächliche und tiefe geschieden werden.

Die tiefe Wurzel entspringt in der grauen Substanz des Sehhügels mit kurzen und langen Fasern, besonders an ersteren wurde der Zusammenhang mit Ganglienzellen des Sehhügels festgestellt; sie verlaufen unter und zwischen den Kniehöckern und sind an überreifen Früchten besser sichtbar.

Die oberflächliche Thalamuswurzel entspringt von den Ganglienzellen, welche in den Rindenschichten des Pulvinar zerstreut liegen (Stratum zonale). Sie sammeln sich daselbst aus einem äussert dichten und zugleich zarten Nervengeflecht; Fäserchen dieses Geflechtes sieht man mit Achsencylinderfortsätzen zwischen die Ganglienzellen eintreten.

In diesem Geflecht verlaufen Fasern, welche nicht mit ihm in Verbindung treten. Sie lassen sich bestimmt in den Traktus verfolgen; es kann jedoch nicht gesagt werden woher sie kommen;

sie entspringen nicht in den bekannten Stammganglien; sie sind an ihrem etwas kräftigerem Bau und ihrem gestreckten Verlauf, bei einiger Übung, zu erkennen. Auch in Bezug auf die Markentwickelung nehmen sie eine gesonderte Stellung ein. — Es wurde die Vermutung ausgesprochen, ob es sich nicht etwa um Optikusfasern handle, welche Sehzellen der Netzhaut mit Zellen der Gehirnrinde direkt verbinden. Sie wurden mit den Kommissurenfasern des Balkens verglichen. Ihre eventuelle physiologische Bedeutung wurde hier vorerst nicht besprochen.

An Gehirnen aus der 14.—16. intrauterinen Lebenswoche weisen all diese Faserzüge noch kein Mark auf. Zuerst wird sie in der bekannten Weise an 20—22 Wochen alten Individuen kenntlich, am besten in der Strahlung aus dem Corpus Luys, dann an den Kniehöckerfasern und an der tiefen Thalamuswurzel; gar nicht an den Fasern des Stratum zonale.

Während am 30 Wochen alten Fötus die genannten Wurzelfasern schon deutlich Markbildung aufweisen, zeigen sich die Fasern des Stratum zonale in noch anfänglichem Entwickelungsstadium. Die sogenannten Kommissurenfasern sind noch gar nicht zu sehen.

Die 34.—36. Woche bringt nahezu volle Entwickelung des Markes an allen Faserzügen; am deutlichsten an den Fasern des Corpus Luys. Immer noch marklos erscheinen die oberflächlich verlaufenden Kommissurenfasern. Deutlich kenntlich sind diese Fasern überhaupt erst in Gehirnen mehrwöchentlicher Kinder.

Vierhügelgegend.

Die Erforschung der Fasern des Traktus beziehentlich Optikus, welche in der Gegend der Vierhügel entspringen mögen, bot die grössten Schwierigkeiten.

Schon die äussere Form dieses Bezirkes liess vermuten, dass die Methode der Serienschnitte und die Verfolgung der sich entwickelnden Markhülle auf grosse technische Schwierigkeiten stossen wird; Schwierigkeiten, welche zum Teil gar nicht überwunden werden können. Die Fasern dieser Gegend verlaufen nur in der Nähe des Traktus in einer sich ziemlich gleichbleibenden Ebene, um dann die verschiedensten Richtungen einzugehen. Dadurch wird die Darstellung bestimmter Faserzüge vom Traktus bis zu ihrer Ursprungsstätte zur Unmöglichkeit. Aber auch die Kombination der Serienschnitte liefert nicht dieselben befriedigenden und überzeugenden Resultate wie bisher. Trotz alledem ist es doch möglich geworden, auch für diese wichtige Gegend heute schon, manches, was andere Autoren gefunden, zu bestätigen, manches neu hinzuzufügen.

Es unterliegt übrigens gar keiner Frage, dass die Bedeutung der Vierhügel als Ursprungsstätte für Sehnervenfasern weit hinter jener der bisher besprochenen Kerne zurücktritt. Ein Blick auf die bis zu ihren Wurzeln zum ersten Male thatsächlich anatomisch verfolgten Fasermengen und die beiläufige Abschätzung ihrer Stärke wird es nicht unbegreiflich machen, wenn

die Vierhügelgegend keine grosse Ausbeute gewährt. Ganz abgesehen von dem welligen Verlauf und der daraus erwachsenden Schwierigkeit Fasern ihrem ganzen Verlaufe nach zu verfolgen, ist zu bedenken, dass für diese Gegend überhaupt keine nennenswerte Fasermenge mehr übrig ist. Es ist sicher, dass die Bedeutung der Vierhügel als Ursprungsstätte gerade so sehr, oder noch mehr überschätzt wird, als der Sehhügel und die beiden Kniehöcker, als wahre Wurzelganglien unterschätzt werden.

Das Untersuchungsmaterial wurde auch bei Erforschung dieser Gegend so wie bei der vorhergehenden Gruppe zugeschnitten, nur mit dem Unterschiede, dass an dem Gehirnteile die ganze Vierhügelgegend belassen wurde; dafür verzichtete man auf einen grossen Teil des Thalamus, welcher ja im vorliegenden Falle gar nicht mehr in Betracht kam.

Überflüssiges wegzuschneiden ist ein guter technischer Behelf, denn allzu grosse Gehirnteile können nur schwer in vollständige, lückenlose Serienschnitte zerlegt werden. — Zunächst wurde eine schräghorizontale Schnittführung gewählt, wobei darauf Gewicht gelegt wurde, den Schnitt so zu führen, dass derselbe den Traktus in seinem zuhinterst gelegenen Teile und zugleich Vierhügelanteile traf. Man kann ganz gut den Schnitt durch eine geringe Senkung des Messers nach vorne, beziehentlich nach der Horizontalebene des vorderen Traktusstückes, so dirigieren, dass er zugleich durch Traktus und die entsprechenden Bindearme geht, vorerst durch das Brachium conjunctivum auticum, welches den Tractus opticus mit dem vorderen Vierhügel verbindet. An Gehirnen Erwachsener sieht man auch eine deutliche Teilung des Bindearms in einen oberflächlichen und einen tiefen Ast. An den Gehirnen unreifer und reifer Früchte ist diese Teilung nicht zu erkennen.

An den wie erwähnt gewonnenen Schnitten lassen sich Faserzüge erkennen, welche in nicht grosser Menge vom Traktus ausgehend, einerseits der Oberfläche des Vierhügels zustreben,

andererseits in die graue Substanz desselben eindringen. Von den oberflächlich verlaufenden Fasern sieht man an diesen Schnitten nicht viel, jedenfalls gelingt es nicht ganze Fasern auf lange Strecken in continuo zu verfolgen. Man sieht immerhin Faserstücke, welche in ziemlich derselben Richtung verlaufend, an der Oberfläche des Vierhügels sich in feines Fasergeflecht auflösen. Dieses Fasergeflecht lässt sich aber nur an schief zur Oberfläche des Vierhügels angelegten Schnitten erkennen. Dieser Faserverlauf hat einige Ähnlichkeit mit jenem, welcher aus dem Stratum zonale des Sehhügels in den Traktus einstrahlt.

Wenn für jene Fasern sowohl der Eintritt in den Sehstiel, als der Ursprung aus den Ganglienzellen der Rindenschicht des Thalamus festgestellt wurde, dieselben demnach anatomisch bestimmt für Wurzelfasern des Optikus angesehen werden konnten, so ist dies für die eben beschriebenen, oberflächlichen Vierhügelfasern nicht der Fall.

Es ist gewiss schwerwiegend, wenn bei vielen diesbezüglich untersuchten Gehirnteilen niemals an den auf der Oberfläche des Vierhügels spärlich zerstreuten, sich durchkreuzenden Faserteilen eine Verbindung mit Ganglienzellen gefunden wurde, ja sogar vergebens nach Achsencylinderfortsätzen dieser markhaltigen Faserteile gesucht wurde. Wenn bei aufmerksamer Durchsicht lückenloser Serienschnitte, welche nach verschiedenen Richtungen angelegt waren, weder Verbindungen mit Zellen noch Achsencylinderfortsätze angetroffen werden, dann hat man allen Grund daran zu zweifeln, dass man es überhaupt mit einer Ursprungsstätte von Fasern zu thun habe. Es muss demnach völlig unentschieden bleiben, woher diese geringe Menge von Fasern kommt, und welche Bedeutung ihnen beigemessen werden soll. Man kann diesen Faserzug auch nicht als bestimmt dem Traktus angehörig anerkennen, wenigstens nicht nach Durchmusterung der verschiedenen Schnittserien. Es hat wohl den Anschein als zögen diese Fasern in den Traktus, sicher ist es aber nicht. Während

wir bis jetzt bei keinem Faserzug darüber im Unklaren waren, ob er dem Traktus angehört oder nicht, lässt sich bei diesen Fasern nur sagen, dass sie dem Traktus zustreben, nicht aber dass sie in denselben einstrahlen. Die Vermutung, dass man es hier mit Fasern zu thun habe, die nur der Gegend des Sehstieles und Vierhügels, nicht aber den beiden selbst angehören, ist gewiss gerechtfertigt und durch weitere Untersuchungen vielleicht auch zu erweisen.

An denselben Schnitten sind, wie schon erwähnt, Faserzüge kenntlich, welche vom Traktus ausgehend den tieferen Schichten der grauen Substanz des Vierhügels zustreben. An diesen Fasern ist deutlich zu sehen, dass sie in den Traktus eintreten, jedoch auch nur an aufeinanderfolgenden Schnitten aus derselben Serie, denn sie liegen nicht alle in einer der Schnittrichtung parallelen Ebene, sondern treten gleich am Traktusanfang nach verschiedenen Richtungen auseinander. Aus diesem Grunde lässt sich auch der Verlauf dieser Fasern nicht durch eine mikroskopische Zeichnung wiedergeben. Man kann an den Schnitten sicher nur Faserteile verfolgen, welche aber alle derselben Richtung zustreben, demnach als Züge von Faserteilen erkannt werden können, die alle demselben Fasergebiet angehören. Kombiniert man diese Einzelbefunde der ganzen Schnittserie, so erhält man einen Faserzug, welcher vom Traktus aus in einem dem Brachium conjunctivum entlang gehenden, etwas bogenförmigen Verlauf im oberen Teil des vorderen Vierhügels eintritt, und sich dort in verschieden hoch gelegenen Schichten, zwischen den kleinen Ganglienzellen verliert. Die Fasern treten aber in diese Ganglienzellengegend unter Beschreibung eines Bogens ein, so dass man an all' den Schnitten an der Stelle, wo die längs getroffenen Faserteile in die Zellgruppe einzutreten scheinen, Quer- und Schrägschnitte der Fasern sieht. Dieser Thatsache ist es wohl zuzuschreiben, dass es nicht gelingt, an so gewonnenen Serienschnitten mit Sicherheit einen Zusammenhang zwischen Faserteilchen und

Zellen festzustellen. Darnach wäre auch für diese Fasern vorerst die Ursprungsstätte aus dem Vierhügel nicht erwiesen, wenn auch bstätigt werden konnte, dass es sich um wirkliche Traktusfasern handelt.

Um sich mehr Klarheit in die Art des Ursprungs dieser Fasern zu verschaffen, wurde die Gegend des vorderen Vierhügels und gerade jener Teil desselben, wo diese Quer- und Schrägschnitte der Fasern nebst Ganglienzellen gefunden worden waren, in Frontalschnitte zerlegt. Es wurde die äussere hintere konvexe Oberfläche des Vierhügels und des Bindearmes als Richtungsebene für die Schnittführung gewählt und von da ab, indem das Messer die grösste Konvexität des Vierhügels tangential berührte, dieser in Serienschnitte zerlegt. Auf diese Art gelang es, einen, wenn auch kleinen Teil der bogenförmig in die grauen Schichten des Vierhügels eintretenden Fasern so freizulegen, dass längere Teile derselben im Schnitte der Länge nach getroffen wurden. Unter diesen Umständen wird es nicht wundern können, wenn man nur in wenigen Schnitten vereinzelte Faserteile gewährt, an welchen die charakteristischen Merkmale des Ursprungsteiles einer markhaltigen Nervenfaser eben erkannt werden können. Die Fasern verlaufen zu regellos, als dass man bei der Serienschnittmethode mehr erwarten könnte; und doch stehe ich nicht an, diesen Fasern, mit einiger Wahrscheinlichkeit, die grauen schalenförmig angeordneten Schichten der vorderen Vierhügel, als Ursprungsstätte zuzusprechen. Hierfür kann die Thatsache genügen, dass aus dem Gewirre heraus Fasern, wenn auch nur zwei oder drei, erkannt werden können, welche Achsencylinderfortsätze zeigen. Ein sicherer Zusammenhang der Faser mit einem Ganglienzellenfortsatz selbst wurde nirgend gesehen, was in diesem Falle angesichts des verworrenen Durcheinanders der Faserteile erklärlich ist. Es wäre ein ganz besonderer Zufall, der unter Umständen, bei geduldigem fortgesetztem Suchen, vielleicht auch eintreffen könnte, wenn man

bei den vorliegenden Verlaufs- und Verteilungsverhältnissen gerade solche Stellen im Schnitte treffen würde. Da muss man sich mit dem leichter Erreichbaren begnügen und den Achsencylinderfortsätzen jene Bedeutung zuschreiben, welche ihnen, besonders unter den obwaltenden Verhältnissen, zukömmt.

Was die Beurteilung der Menge der Fasern anlangt, welche sonach mit einiger Wahrscheinlichkeit aus den grauen Schichten des vorderen Vierhügels entspringt, so kann man wohl sagen, dass dieselbe sicherlich äusserst gering ist. Während die bis jetzt besprochenen Wurzeln und ganz besonders die aus dem Corpus Luys, aus dem äusseren Kniehöcker und die tiefe Thalamuswurzel, nach ihrer Mächtigkeit aufgeführt, ganz gehörige Fasermengen liefern, ist der Zuzug an Traktusfasern aus dem vorderen Vierhügel ein verschwindend kleiner.

Die Untersuchung der Gegend des hinteren Vierhügels, des zugehörigen Bindearms und Sehstielanteils, zeigt ähnliche Verhältnisse wie sie sich für die gleichwertige vorne gelegene Partie ergeben haben. Betrachtet man dieses Gebiet äusserlich am Gehirne eines Erwachsenen, so scheinen der Zusammenhang und die Zusammengehörigkeit der hinteren Vierhügel, des Bindearms, des Corpus genieulatum mediale und des Traktus ausser Zweifel. „Der hintere Vierhügel steht auch direkt durch das Corpus genieulatum mediale mit dem Tractus optieus in Verbindung — sagt Edinger (9) — es ist aber fraglich ob er Fasern enthält, die zum Schaete selbst benutzt werden. Sein Arm stammt aus dem Corpus genieulatum mediale und aus einer Querkommissur (Gudden'sche), welche mit dem Tractus optieus zum hinteren Winkel des Chiasma gelangt.“ —

Die technischen Schwierigkeiten bei der Zerlegung dieser Gegend sind nicht minder gross, als die bei Bearbeitung der vorderen Vierhügel überwundenen. Es erschien auch hier am zweckmässigsten vorerst die Schnitte so anzulegen, dass Vierhügel,

Bindearm, innerer Kniehöcker und Traktus zugleich getroffen wurden. Es ist nicht möglich bei dieser Schnittführung in alle Schnitte Teile dieser Gebilde zu bekommen, denn dieselben sind in einer nach hinten ganz schwach konvexen Linie angeordnet, wobei der oberflächliche Ast des Bindearmes in die höchste Konvexität fällt, während der unterste Teil des Vierhügels einerseits, und der Traktusanfang andererseits, am meisten nach vorne liegen. So gering auch diese Abweichung von der geraden Linie sein mag, sie genügt, um die Schnittführung zu erschweren und die Abbildung der Faserzüge nach einem mikroskopischen Präparate unmöglich zu machen. In den Anfangsschnitten sind keine Teile des Traktus enthalten, die tieferen eignen sich besser zur Orientierung des Faserverlaufes. Aber auch an diesen Schnitten sieht man nur Faserteile, welche erst durch Zusammensetzung der einzelnen Schnitte zu einem Faserzuge vereinigt werden können.

Hauptsächlich an jenen Schnitten, welche kaum mehr in das Bereich des Grosshirnschenkelfusses fallen, noch Teile der oberflächlichsten, obersten Schichten des Corpus geniculatum mediale enthalten, sondern ganz in der grauen Substanz des Vierhügels liegen, gewahrt man, in einiger Entfernung von den Randteilen des Schnittes, also innerhalb der Substanz dieses Gebildes, Faserteile, welche sich zu einem Zuge zusammen setzen lassen, welcher vom Traktus über das Corpus geniculatum mediale, vermittels des tiefen Astes des Bindearmes, in die graue Substanz des hinteren Vierhügels einstrahlt. An all' diesen Schnitten lässt sich aber auch weiter nichts feststellen.

Will man sich davon überzeugen, dass diese Faserteile wirklich dem Sehstiele angehören, dann müssen Schnitte in etwas anderer Richtung angelegt werden. Es muss bloss der Traktusanfang mit dem Bindearmstück bis zur Stelle der grössten Konvexität in Schnitte zerlegt werden, welche parallel der Längsrichtung des Traktus und dem ansteigenden Stücke des Bindearmes verlaufen.

An solchen Schnitten kann man sehen, dass wirklich Faserteile, welche der Gegend des Vierhügels zuzustreben scheinen, in den Traktus eintreten. Die Menge ist jedoch eine sehr geringe. Dass die Menge so gering erscheint, hat gewiss nicht seinen Grund darin, dass es nicht gelingt, den ganzen Faserzug, wie früher bei den anderen Wurzeln, in den Schnitten zu treffen. Man kann sicherlich ebenso gut und bestimmt an den Faserteilchen, welche aus der ganzen Schnittserie zusammengefasst werden, einen Eindruck bekommen, von der Menge der Fasern, welche vom Vierhügel aus in den Traktus eingehen.

Um nun festzustellen, wie sich diese Fasern zur grauen Substanz des Vierhügels verhalten, wurden wiederum in verschiedener Richtung Schnitte geführt. Denn bei der ersten Schnittführung sah man auch nicht mehr als schon bei der Besprechung dieses Teiles im vorderen Vierhügel erwähnt worden ist. Auch hier erscheint der Ursprung dieser Fasern so zu erfolgen, dass dieselben einzeln, nach den verschiedensten Richtungen hin, aus der grauen Substanz des Vierhügels austreten und sich erst dann zu einem mehr oder weniger kompakten Zuge vereinigen. Der hintere Vierhügel mit dem angrenzenden Bindearmstück wurde daher erst in Stücke zerlegt, welche der Längsrichtung des Bindearmes und der des hinzugedachten Traktus parallel liefen, dann in solche, welche der Längsrichtung des Bindearms parallel, zur Längsrichtung des Traktus aber senkrecht verliefen und endlich in solche, welche der Längsrichtung des Traktus wohl parallel, zur Längsrichtung des Bindearmes hingegen senkrecht gerichtet waren.

Aus dieser grossen Menge von Serienschnitten ergab sich in derselben Weise wie beim vorderen Vierhügel, nur mit weit grösserer Wahrscheinlichkeit, die Thatsache, dass die Vierhügelwurzel, welche von den grauen Schichten des hinteren Vierhügels zum Traktus zieht, eine äusserst schwache ist, dass die

Fasern derselben aber alle in den Traktus einstrahlen und, dass dieselben Fasern thatsächlich in den grauen Schichten des Hügels ihren Ursprung finden dürften. Letzteres wurde, wie beim vorderen Vierhügel, daraus entnommen, dass man bei der verschiedenen Schnittführung auf markhaltige Fasern stiess, an welchen Achsencylinderfortsätze zu erkennen waren. Die Menge solcher Fortsätze war entschieden bedeutender, als in der vorderen Vierhügelgegend. Ein eigentlicher Zusammenhang dieser Fasern mit Ganglienzellen und ihren Protoplasmafortsätzen konnte nicht festgestellt werden. Trotzdem ist auch der hintere Vierhügel als Ursprungsstätte einer sehwachen Sehnervenwurzel anzusehen.

Von anderen Faserzügen, welche bei der erwähnten mannigfachen Zerlegung des Vierhügels zur Ansicht kommen, sind auch nur Faserteile zu erwähnen, welche gleich wie beim vorderen Vierhügel in den oberen Schichten, im Stratum zonale, oder Tectum cosp. quadrig. liegen. — Besonders an den Flächenschnitten des Vierhügels erkennt man in den äussersten Schichten desselben ein zartes Nervengeflecht. Vergleicht man diese Schnitte mit jenen, welche gleichsinnig mit der Längsrichtung des Bindearms verlaufen, so scheint es wohl, als hätte man es auch hier, wie bei dem vorderen Vierhügel, mit einer oberflächlichen Wurzel des Sehnerven zu thun. Wie aber auch damals, weder der Ursprung in einem Zellgebiet des Stratum zonale des Vierhügels, noch das Einstrahlen der Fasern in den Traktus, mit Bestimmtheit anatomisch festgestellt werden konnte, so muss auch jetzt bei Besprechung derselben Fasern des hinteren Vierhügels diese wichtige Frage noch offen gelassen werden. — An manchen Schnitten fanden sich wohl Fasern, welche einen besonderen Verlauf einzuhalten schienen, Fasern, welche von der Traktusgegend kommend in gestreckter Richtung über die Vierhügeloberfläche hinweg zogen; dieselben liessen sich aus dem Geflecht heraus verfolgen, ähnlich wie jene Fasern, welche bei der Untersuchung

des Stratum zonale Thalami, über den Bezirk dieses Gebildes hinaus, verfolgt und vermutungsweise als Rindenfasern angesehen wurden. Ob es sich im Stratum zonale der Vierhügel wohl auch um ähnlich verlaufende Fasern handeln mag? —

Was die Entwickelung der Markfasern im Vierhügelgebiet anlangt, so lässt sich dieselbe im Anschlusse an die ausführliche Besprechung der übrigen Wurzelgebiete kurz zusammenfassen, ohne dass die einzelnen Präparate aus den verschiedenen Entwickelungsstadien erst noch ausführlicher besprochen werden. Es wäre doch nur eine Wiederholung der schon genügend besprochenen mikroskopischen Entwickelungsvorgänge.

Auch dieses Gebiet ist an Gehirnen aus der 14.—16. intrauterinen Lebenswoche noch vollkommen marklos; die nackten Achsencylinder sind infolge zerstreuter Anordnung der Faserteile auf den Schnitten nur schwer zu erkennen.

An 20—22 Wochen alten Früchten findet man auch nur bei starker Vergrösserung die allerersten Anfänge der Markbildung; jedoch ausschliesslich in den tiefen Faserzügen aus den grauen Schichten der beiden Vierhügel. In den oberflächlichen Lagen ist auch in der Vierhügelgegend zu dieser Zeit keine Spur von Markentwickelung sichtbar. Die 30.—32. Woche bringt auch für die Fasern des Stratum zonale die ersten Anlagen des Markes und lässt uns die Fasern der tieferen Schichten in ausgeprägterem Markkleide erblicken.

Es scheint sonach, als könnte man für alle Gebiete der Sehnervenwurzeln als Regel aufstellen, dass die Markentwickelung an den Fasern der tiefen Wurzeln derjenigen der oberflächlich verlaufenden Fasern voran ist und zwar im Durchschnitt um etwa 4—8 Wochen. Ganz genau lässt sich dies nicht angeben, da ja die Entwickelungsstadien zwischen der 22. und 30. Woche nicht für alle Gebiete zur Untersuchung kamen. Dazu kommt noch,

dass aueh das Alter in diesen Entwiekelungsstadien nicht immer ganz genau auf eine Woehe bestimmt werden kann. Man muss endlich bedenken, dass die Beständigkeit der Wiederkehr von derartigen Befunden wahrscheinlieh aueh nur innerhalb bestimmter Grenzen anzunehmen ist. Naeh alledem ist es wohl angezeigt, bei den versehiedenen, möglichen Fehlerquellen für die bisher mit soleher Beständigkeit gefundenen Thatsaehen, in betreff der Markentwickelung, immerhin eine Variable von 2—3 Wochen in Reehnung zu ziehen.

Die 34.—36. Woehe bringt aueh für die Fasern des Vierhügelgebietes, wie für nahezu alle übrigen Faserzüge der Sehnervenwurzeln, volle Entwiekelung des Markes. Nur jene Fasern des Stratum zonale, an welchen ein etwas gestreekterer Verlauf über die Vierhügelgegend hinaus erkannt wurde, sind an Individuen der genannten Entwickelungsstufe ebensowenig sichtbar, wie die ähnlich verlaufenden Fasern im Stratum zonale thalami Gleiehaltriger! Der Frage, ob nicht aueh diese Thatsaehe für die Gleichwertigkeit beider noch wenig definierter Faserzüge gelten kann; ob dadureh die Annahme einer Sonderstellung b e i d e r Faserzüge in anatomischer und physiologischer Hinsieht nicht besonders gerechtfertigt sei, mag dureh spätere aussehliesslieh daraufhin geriehtete Untersuchung näher getreten werden. —

Schlussbemerkungen.

Übersicht man die anatomischen Befunde, welche hier in diesen Blättern niedergelegt wurden, und vergleicht man untereinander und zugleich mit diesen die grosse Menge von Beobachtungen, anatomische und andere, welche in der überaus umfangreichen Litteratur verzeichnet sind, dann muss man wohl sagen, dass die langwierige Bearbeitung des embryologisch-anatomischen Materials gerechtfertigt war.

Es wurde manche allgemein angenommene Thatsache erst bestimmt anatomisch bewiesen, anderes, worüber man noch stritt, klargelegt und festgestellt, noch anderes wahrscheinlich gemacht. Es wurde aber ebenso sehr für manche anscheinend sicher feststehende, nach anderen Methoden gefundene Thatsache vergeblich nach einem anatomischen Nachweis in unserem Sinne gesucht, so dass, was Andere für bestehend angesehen, nach vorliegender Untersuchung gewiss nicht geleugnet, aber doch angezweifelt werden muss.

Aus der Durchsicht der umfangreichen Litteratur lernen wir nicht viel mehr, als schon Stilling bis zum Jahre 1882 in vortrefflicher und übersichtlicher Weise zusammengestellt hat. Die Arbeiten aus den späteren Jahren sind meist experimentelle, oder behandeln hauptsächlich pathologische Fälle. Da wir uns zur Aufgabe gestellt, bloss auf rein anatomischem Wege der Frage des Sehnervenursprungs näher zu treten, so sollen

die Arbeiten, in denen andere Wege eingeschlagen wurden, nur der Vollständigkeit wegen später genannt werden.

Bestimmtere Angaben über die verschiedenen Ursprungsfasern des Sehnerven finden sich in der älteren Litteratur vielfach zerstreut; sie reichen zurück in die zweite Hälfte des 17. und erste Hälfte des 18. Jahrhunderts. So sprechen Willis (10) und Santorini (11) von Ursprüngen des Sehnerven aus dem Thalamus und zwar letzterer von solchen aus den tieferen Schichten desselben, desgleichen Zinn (12) und Vicq d'Azyz (19). In Soemmerings (13) Hirnlehre finden sich zuerst genauere Angaben darüber und über den Zusammenhang mit den Kniehöckern; nach ihm dringt der Sehstiel „. . . . . mit seinen Fasern teils in die Gürtelschicht (Stratum zonale), teils in den übrigen Sehhügel, teils in die beiden Kniehöcker und von da vielleicht einerseits in die Haube und andererseits gegen die Vierhügel . . . .“ Desgleichen finden sich Angaben darüber und über Ursprünge aus den Vierhügeln bei Stein 1834 (14), Treviranus 1835 (15), Meyer 1794 (16) und Erdl 1843 (17). Eine eingehendere anatomische und mikroskopische Bearbeitung verdanken wir auch J. Wagner 1862 (18). Er leugnet z. B. zuerst den Ursprung des Sehnerven aus dem Vierhügel; er war ihm bei mikroskopischer Durchsicht von Schnittpräparaten nicht kenntlich geworden, „. . . wiewohl er an einem Gehirne einen auf der einen Seite starken, auf der anderen schwachen Streifen vom hinteren Brachium conjunctivum direkt zu dem Teil des Tractus opticus verlaufen sah, der aus dem medialen Corp. geniculatum entspringt. . . . .“ Ihm fehlte der mikroskopische Nachweis von Ursprungsfasern. Interessant ist Wagners Angabe über Sehnervenfasern, welche aus gelblich pigmentierten Ganglienzellen ihren Ursprung nehmen sollen, die in der grauen Substanz, zwischen Lamina perforata anterior und Tuber cinereum zerstreut liegen. Meynert (2) ist derselben Ansicht und fasst diese Ganglienzellengruppe unter dem Namen basales Optikusganglion zusammen; er meint,

dass aus diesen Zellen Fasern entspringen, welche ungekreuzt zum gleichsinnigen Sehnerven verlaufen. Ich erwähne diese Ganglienzellen hier besonders, weil ich ihnen schon einmal, bei Bearbeitung des Chiasma, begegnet bin, ohne Meynert's Angabe bestätigen zu können. Dieses Mal wurde dieselbe Gegend ebenfalls genauer untersucht und die Ganglienzellen auch wieder angetroffen; es ist aber niemals gelungen, Fasern des Traktus zu erkennen, welche mit diesen Ganglien in Verbindung ständen. Es will mir doch fast scheinen, als hätte man es hier nicht so sehr mit einem Optikusganglion zu thun, sondern als gehörten diese Ganglien ganz anderen Faserbezirken an.

Auch Arnold (1), Mekel (20), Reil (21) und Andere beschreiben mehr oder weniger eingehend Faserzüge aus dem Polster des Sehhügels und aus den Vierhügeln. So sagt Arnold „. . . . . aus dem Sehhügel kommt eine ansehnliche breite und platte Schichte von oberflächlich und tief entspringenden Fasern, welche sich bogenförmig nach unten und vorn wenden und die durch Fasern aus dem hinteren Vierhügelarm verstärkt werden. . . . . " Auch Meynert (2) spricht sich für eine oberflächliche und tiefliegende Thalamuswurzel aus.

Die Arbeiten bis zur Mitte unseres Jahrhunderts wurden beinahe alle mit Hilfe des Messers und der Pinzette vollführt, es war dies die Methode der Faserung entsprechend gehärteter Gehirne, die anatomische Zergliederung. Erst in den vierziger Jahren kam durch B. Stilling (22) die Methode der Untersuchung von Gehirn- beziehentlich Rückenmarksschnitten zur Geltung und was das wichtigste daran war, Stilling lehrte die gewonnenen Schnitte serienweise aneinander zu reihen und so die Nervenbahnen im Centralnervensystem zu durchforschen. Dieser Methode und den dazu konstruierten Schneidevorrichtungen verdanken wir die Arbeiten eines Meynert, Henle, Wernicke (23), Schwalbe (24), Forel (25), Huguenin (26), Schnopfhagen (27) und nicht zuletzt eines Gudden (28), durch welchen das Tierexperiment

mit so grossem Vorteile in die Untersuchungsmethoden eingeführt wurde. Von welch' grosser Bedeutung die ausgezeichnete Färbungsmethode Weigerts für die Erforschung des Centralnervensystems geworden, ist auch durch diese Arbeit hinlänglich bewiesen worden.

Trotz alledem sind die Angaben über die Ursprünge des Sehnerven immer noch unklare geblieben, und was besonders hervorgehoben werden muss, es war für keinen Faserzug, durch Verfolgung der Einzelfaser zu ihrem Ursprunge, die Wurzelstätte auch anatomisch, d. h. mikroskopisch festgestellt. . . . . „Wie wenig noch die Lehre von den primären Centren des Optikus . . . . sagt Schwalbe 1881 . . . . zu einem befriedigenden Abschluss gebracht ist, beweisen die zerstreuten, zum Teil einander widersprechenden Angaben über anderweitige accessorische Ursprungsganglien . . . . . .“ Nicht allein die widersprechenden Angaben über accessorische Ursprungsganglien beweisen dies, sondern auch die Angaben über die Hauptfaserzüge und Hauptganglien. Dies zeigt sich hinlänglich, wenn man die Beschreibungen über die Sehnervenursprünge bei Schwalbe, Stilling, Henle und Meynert nachliest und damit noch die auf experimentellem Wege von Gudden, Ganser und Monakow (30) gewonnenen Resultate vergleicht, welche sich auch nicht immer mit den Sektionsbefunden von Türk (29), Monakow (30) und Anderen decken.

Wenn auch durch die vorliegende Untersuchung nicht alle Zweifel behoben sind und noch manches unerwiesen, zweifelhaft und angezweifelt bleibt, so ist doch mancher Faserzug, dessen Existenz man anzunehmen gewohnt war, erst im eigentlichen Sinne des Anatomen bewiesen, und sein Ursprung unumstösslich festgestellt worden.

So steht es denn fest, dass das Corpus geniculatum laterale nur ein wahres Ursprungsganglion des Sehnerven ist und nicht mehr als eingeschobenes Ganglion betrachtet werden soll. Gleich-

falls ist der innere Kniehöcker Ursprungsganglion, liefert aber auch Fasern, die über, um und durch ihn ziehend, in einem Teile (Thalamisches Ende) des Corpus Luys thatsächlich entspringen. Die von Stilling zuerst erforschte aus dem Mandelkern (Corpus Luys) entspringende Sehnervenwurzel ist in bisher nicht gekannter Weise verfolgt und abgebildet worden. Mag sie als subthalamische oder mit uns als tiefste Sehhügelwurzel aufgeführt werden, jedenfalls steht es fest, dass sie einen ganz bedeutenden, wenn nicht gar den bedeutendsten Faserzug dem Sehnerven zuführt.

Ausserdem wurde mit beinahe derselben Sicherheit die oberflächliche und tiefe Wurzel des Sehhügels erwiesen, und in letzterer lange und kurze Fasern verfolgt. Im Stratum zonale des Sehhügels und vielleicht auch des Vierhügels wurden Fasern erkannt, von denen man sagen konnte, dass sie sich von allen übrigen nach ihrem Verlaufe und ihrer Markbildung unterscheiden. Ob die ausgesprochene Vermutung über ihre Bedeutung auch nur eine solche bleiben soll, müssen weitere spezielle Untersuchungen lehren.

Die Befunde aus der Vierhügelgegend konnten nur mit grösster Wahrscheinlichkeit, nicht wie die vorhergehenden mit Sicherheit, angenommen werden. Die oberflächlich verlaufenden Vierhügelwurzeln des Sehnerven sind nicht erwiesen und könnten wohl ohne weiteres geleugnet werden. Am wahrscheinlichsten bleibt die tiefe Wurzel aus dem hinteren Vierhügel, nur wahrscheinlich die aus dem vorderen Hügel.

Die Existenz eines basalen Optikusganglion im Sinne Meynert's konnte nicht nachgewiesen werden, es wurde vielmehr die Ansicht ausgesprochen, dass die so genannten Ganglien ganz anderen Faserbezirken angehören dürften.

Über die übrigen accessorischen Faserzüge des Sehnerven, welche hauptsächlich von Stilling (3) (Kap. 9) beschrieben und vertheidigt werden, über die sogen. Radix descendens, den Ursprung aus dem Oculomotoriuskern und dem Crus

cerebelli ad corpora quadrigemina wurde bisher nichts gesagt. Es geschah dies deswegen, weil es nicht gelungen war, irgendwelche sichere Belege für die Existenz dieser Faserzüge zu erbringen. Dass der Sehnerv mit dem Oculomotoriuskern verbunden sei, ist mir davon allein wahrscheinlich geworden. Ich bin aber, wenn ich so sagen darf, nur für mich von der Wahrscheinlichkeit dieser Verbindung überzeugt. Die gewonnenen mikroskopischen Belege sind noch nicht einwurfsfrei genug, um die Existenz dieses physiologisch gewiss wichtigen und, ich möchte sagen, notwendigen Faserzuges zu beweisen. Ich habe es daher vorgezogen, in diese Frage vorerst nicht weiter einzugehen.

Was die noch übrigen beiden Wurzeln, die Radix descendens Stillings (2) (Kap. 9) und die des Crus cerebelli ad corpora quadrigemina anlangt, so konnte ich mich nicht einmal persönlich von der Wahrscheinlichkeit ihrer Existenz überzeugen. Diese beiden Wurzeln und besonders die Radix descendens rundweg zu leugnen, liegt mir dennoch ferne, der Umstand, dass Stilling dieselbe ausführlich beschreibt und ihre Existenz feststellt, hindert mich daran; ich kann nur sagen, dass ich sie trotz eifrigen Suchens nicht gefunden! —

Es wird an Untersuchern nicht fehlen. Es werden sicherlich auch diese Fragen dereinst bestimmt beantwortet werden. Für heute begnüge ich mich mit dem, was ich aus dieser mühevollen Untersuchung gelernt habe. Mit der Befriedigung desjenigen, der die Überzeugung gewonnen hat, eine schwierige Arbeit vorurteilsfrei begonnen und vollendet zu haben, übergab ich diese Blätter den Fachgenossen. Sie mögen das Wenige, das sie darin gefunden, wohlwollend als anatomische Thatsachen aufnehmen.

Heidelberg, 1. Mai 1891.

Litteratur.

1. Arnold, J. — 1. Tabulae anatomicae. Zürich. 1839.
   2. Handbuch der Anatomie des Menschen. Freiburg. 1851.
2. Meynert — Vom Gehirne der Säugethiere. Strieker's Handbuch der Lehre von den Geweben. 2. Bd., S. 694—808.
3. Stilling, J. — Untersuchungen über den Bau der optischen Centralorgane. 1882.
4. Henle — Handbuch der Nervenlehre des Menschen. 2. Aufl. 1879.
5. Bernheimer, St. — Über die Entwickelung und den Verlauf der Markfasern im Chiasma nervorum opticorum des Menschen. Bergmann. 1889. — Arch. f. Augenhlk. Bd. XX. 1.
6. Flechsig, P. — Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark des Menschen. Leipzig. 1876.
7. Jastrovitz — Studien über Encephalitis und Myelitis im ersten Kindesalter. Archiv f. Psych. Bd. II, 2. Bd. III, 1.
8. Luys, J. — 1. Recherches sur le système nerveux cérébro-spinal. Paris. 1865.
   2. Iconographie photographique des centres nerveux. Paris. 1872.
9. Edinger, L. — Über den Bau der nervösen Centralorgane. 2. Aufl. Leipzig.
10. Willis, Th. — Cerebri anatome. London. 1664.
11. Santorini — Observationes anatomicae. Venedig. 1724.
12. Zinn — Descriptio anatomica oculi humani. Göttingen. 1755.
13. Soemmering - Valentin — Hirn- und Nervenlehre. 1841.
14. Stein — De thalamo optico et origine nervi optici. Haomae. 1834.
15. Treviranus — Erörterungen und Gesetze des organischen Lebens. 1835.
16. Meyer — Beschreibung des ganzen menschlichen Körpers. Berlin. 1794.
17. Erdl — Neue med.-chir. Zeitung. 1843.

18. Wagner, J. — Über den Ursprung der mensehl. Sehnervenfasern im Gehirn. Dorpat. 1863. (Diss.)

19. Vicq d'Azyz — 1. Traitè d'anatomie. Paris. 1786—90.
2. Reeherches sur la strueture du eerveau. Paris. 1781—83.

20. Meckel — Anatomie des Menschen.

21. Reil — Arehiv von Reil und Authenrieth. 1807. Bd. VIII, IX . . .

22. Stilling, B. — Über Medulla oblongata, Pous Varolii, Kleinhirn ete. 1843—1878.

23. Wernicke — Lehrbueh der Gehirnkrankheiten. Bd. 1 u. 2. Kassel. 1881.

24. Schwalbe — Lehrbueh der Neurologie. Erlangen. 1881.

25. Forel — 1. Beiträge zur Kenntnis des Thalamus optieus. Sitzungsber. der Wien. kais. Akad. d. Wissenseh. Bd. 66. Abt. III. 1872.
2. Untersuehungen über die Haubenregion. Areh. f. Psyeh. Bd. VII. 1877.

26. Huguenin — Beiträge zur Anatomie des Hirns. Areh. f. Psyeh. Bd. V. 1875.

27. Schnopfhagen, F. — Beiträge zur Anatomie des Sehhügels und dessen nächster Umgebung. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissensehaften. Wien. Bd. 76, III. 1877.

28. Gudden — 1. Experimentaluntersuehungen über das periph. u. centrale Nervensystem. Arehiv f. Psyehiatrie. Bd. II. 1870.
2. Bernh. v. Gudden's gesammelte und naehgelassene Abhandlungen. Bd. XX. Wiesbaden, Bergmann. 1889.

29. Türk — Über Compression und Ursprung der Sehnerven. Zeitsehr. d. k. k. Ges. d. Ärzte in Wien. 1852. S. 299.

30. Monakow — 1. Experimentelle u. path.-anat. Untersuchungen über die Beziehungen der sog. Sehsphäre zu den infraeortiealen Optieuseentren u. zum Nervus optieus. — Areh. f. Psych. Bd. XVI.
2. Neue Folge. Ebenda. Bd. XX.

31. Bellonci, G. — Intorno al ganglio ottieo degli atropodi superiori. Internat. Monatssehr. f. Anat. u. Phys. Bd. VI. S. 195.

32. Tartuferi, F. — 1. Sull' anatomia mier. e sulla morfologia eellulare delle eminenze bigemine dell' uomo e degli altri mammiferi. — Gaz. med. Ital.-Lombarda. Serie VIII a. Tom. III. 1877.
2. Sull' anatomia minuta dell' eminenze bigemine anteriori delle seimmie. Rivista sperimentale di frenetria e med. legale. Anno V. 1879.

33. Meynert — Neue Untersuch. über Grosshirnganglien u. Gehirnstamm. — Anzeiger d. kais. Akad. d. Wissensch. Wien 1879. No. 18.

34. Nothnagel — Topische Diagnostik der Gehirnkraukheiten. Berlin. 1879.

35. Darkschewitsch, L. — Über die sog. primären Opticuscentren und ihre Beziehung zur Grosshirnrinde. — Arch. f. Anat. u. Psych. 3 u. 4. 1886.

36. Martius, Fr. — Die Methoden zur Erforschung des Faserverlaufes im Centralnervensystem. — Volkmann, Klin. Vorträge No. 276.

37. Meynert — Demonstration sagittaler Hirnschnitte. — Tagebl. d. 59. Vers. deutsch. N. u. Ä. Berlin. 1886. S. 415.

38. Flechsig, P. — Zur Lehre vom centralen Verlauf der Sinnesnerven. Neur. Centralblatt No. 23, S. 545.

39. Marchi — Sulla struttura dei corpi striati e dei talami ottici. Rivista sperim. di frenetria. XII, 4. 1887.

40. Senhossek, M. — Beobacht. am Gehirn d. Menschen. Anat. Anzeiger. II. S. 450. 1887.

Tafel I.

Sagittalschnitt durch den äusseren Kniehöcker und den Sehstiel einer 36—38 Wochen alten Frucht.

Genaue Angabe der Schnittführung siehe S. 15.

Der obere freie Rand der Zeichnung entspricht der nach unten aussen gelegenen Kante des äusseren Kniehöckers.

Ob. T. F. = Oberflächliche, tangential verlaufende Fasern und Faserstücke am freien, äusseren Rande des Kniehöckers.

Str. v. F. = Strahlenförmig verlaufende Fasern. (In fächerförmigen Strahlenbündeln entspringende Wurzel.)

Ob. F. = Oberflächlich verlaufende Fasern.

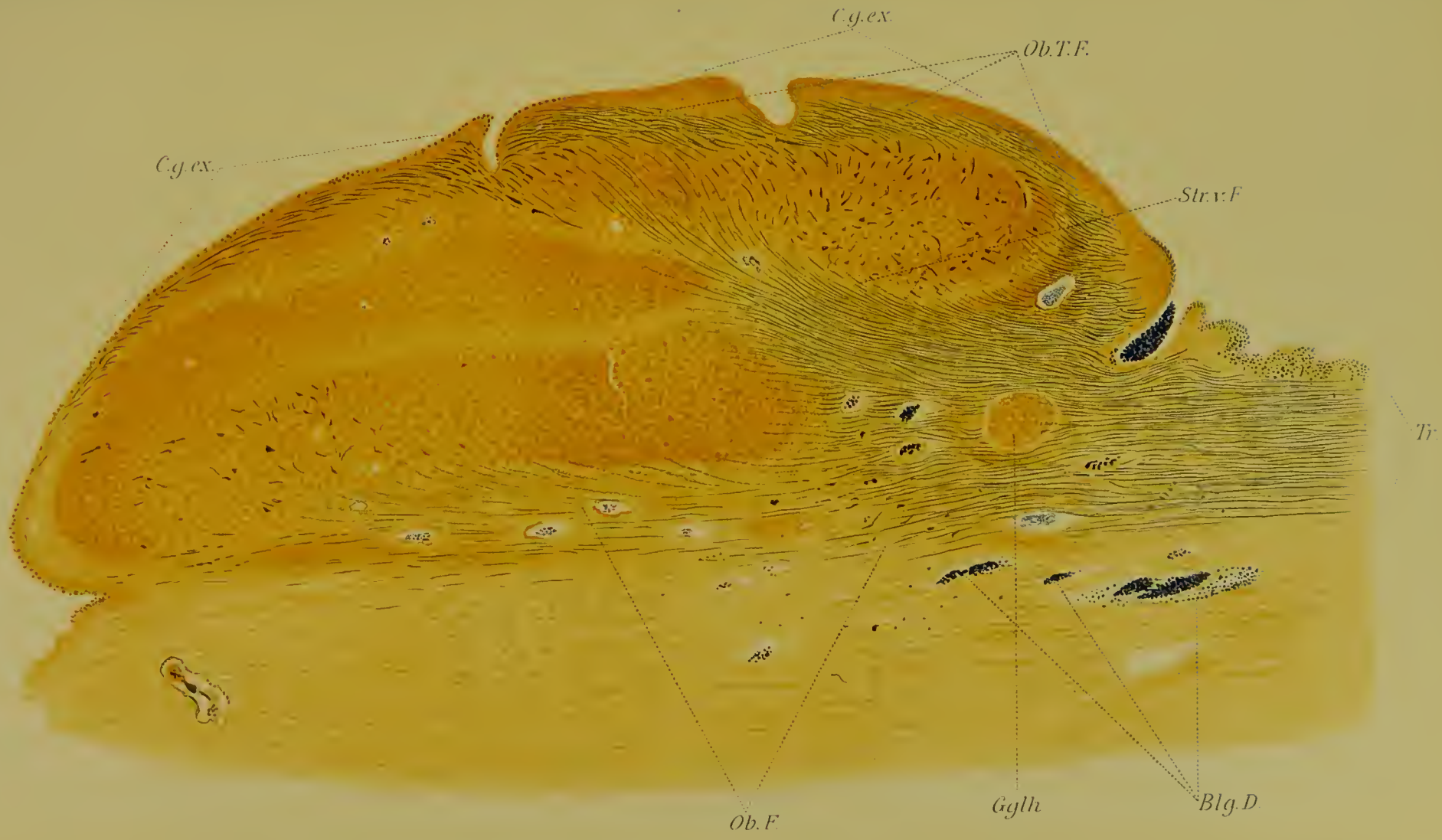
Gglh. = Ganglienzellenhaufen.

Blg. D. = Durchschnitte von Blutgefässen.

C. g. ex. = Corpus geniculatum externum.

Tr. = Traktus.

Vergrösserung: Zeiss, Obj. a_3 — Ok. 2.


C.g.ex.
Ob.T.F.
C.g.ex.
Str.v.F
Tr
Ob.F.
Gglh
Blg.D.

Tafel II.

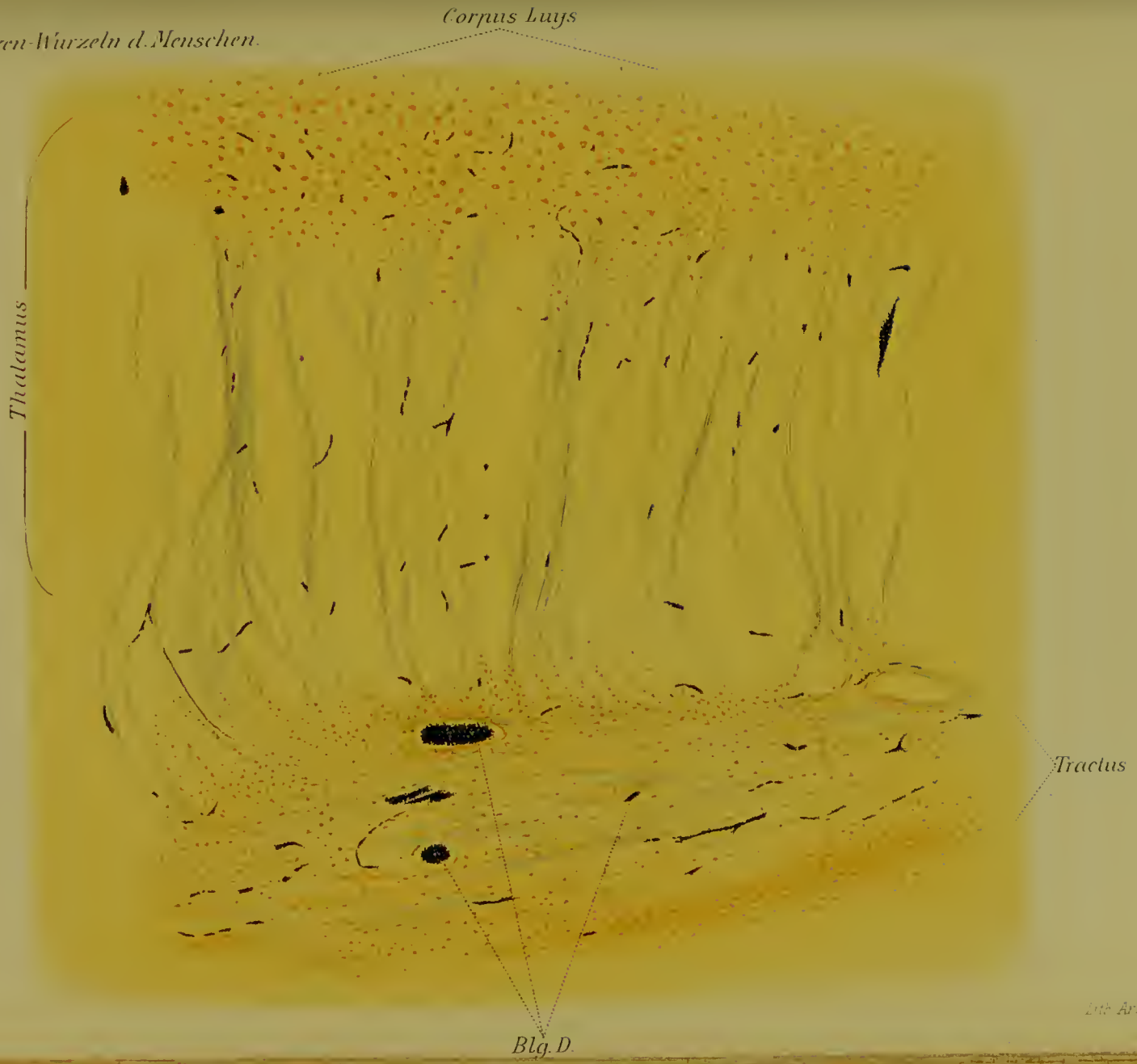
Horizontalschnitt durch den Sehhügel und Sehstiel einer 34—36 Wochen alten Frucht.

Genauere Angabe der Schnittführung siehe S. 40.

Der Schnitt geht durch Sehhügel, Luys'schen Körper und Sehstiel. Die blauschwarzen Markfäserchen entspringen im Luys'schen Körper und strahlen deutlich in den Sehstiel ein.

Blg. D. = Blutgefässdurchschnitt.

Vergrösserung: Zeiss, Obj. a_3 — Ok. 2.


Corpus Luys
Thalamus
Tractus
Blg. D.

Tafel III.

Horizontalschnitt durch den Sehhügel, den inneren Kniehöcker und den Sehstiel einer 34—36 Wochen alten Frucht.

Genauere Angabe der Schnittführung siehe S. 40 und 48.

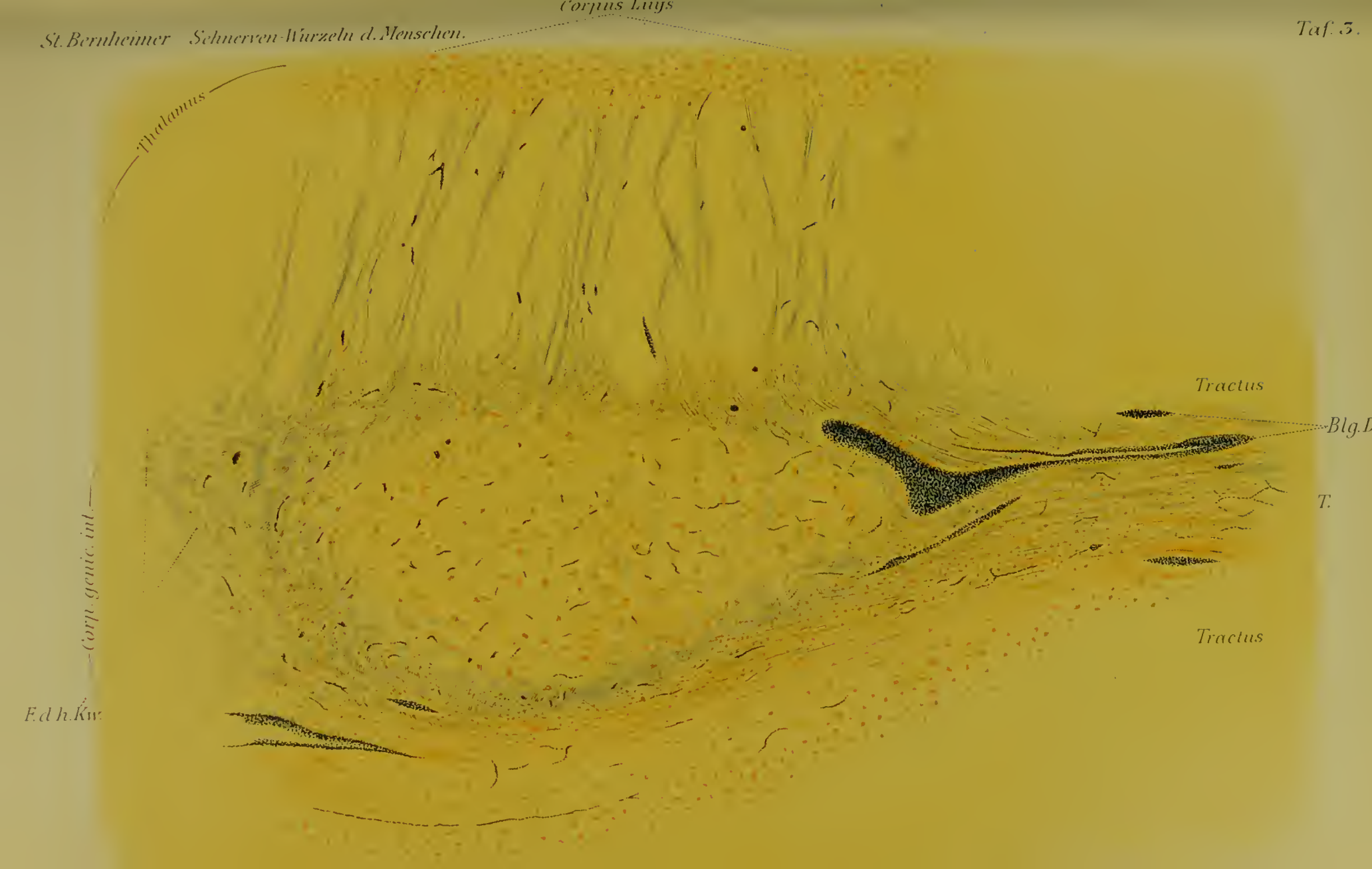
Der Schnitt geht durch Sehhügel, Luys'schen Körper, inneren Kniehöcker und Sehstiel.

F. d. h. Kw. = Fasern des hinteren Kniehöckerwinkels.

Blg. D. = Blutgefässdurchschnitt.

Vergrösserung: Zeiss, Obj. a_3 — Ok. 2.

St. Bernheimer Schnerven-Wurzeln d. Menschen. Taf. 3.



Die

Pupillarreaction auf Licht,

ihre

Prüfung, Messung und klinische Bedeutung.

ROYAL LONDON
OPHTHALMIC
HOSPITAL

Nach rein practischen Gesichtspunkten

bearbeitet von

Dr. Ernst Heddaeus,
Assistenzarzt an der Universitäts-Augenklinik zu Halle a. d. Saale.

Wiesbaden.
Verlag von J. F. Bergmann.
1886.

Neuer medicinischer Verlag v. J. F. Bergmann in Wiesbaden.

Schema der Wirkungsweise der Hirnnerven.

Ein Lehrmittel für Aerzte und Studirende

von

Dr. Jacob Heiberg,

Professor der Anatomie an der Universität Christiania.

Preis: Mark 1.60.

„Statt der Zeichnung benützt Autor den Farbendruck der einzelnen Buchstaben, um durch roth die motorischen, durch gelbbraun die sensitiven und durch blau die specifischen Wirkungen der Nerven oder ihrer Fasern dem Auge auffällig und übersichtlich darzustellen.

Hat man sich mit der elementaren Darstellung einmal befreundet, so erkennt man in dieser Methode ein vortreffliches mnemotechnisches Hilfsmittel, das sowohl dem Studirenden seine Aufgabe erleichtert, als auch dem beschäftigten Arzte beim Aufbau der Diagnose zur rascheren Orientirung wesentliche Dienste leisten kann." W.

„Zeitschrift für Therapie" III. No. 24.

Die officinellen Pflanzen und Pflanzen-Präparate. Zum Gebrauch für Studirende und Aerzte übersichtlich zusammengestellt von Dr. **Hugo Schulz**, o. ö. Professor der Arzneimittellehre an der Universität Greifswald. Mit vierundneunzig Illustrationen. Preis: Mark 4.60.

Im vorliegenden Buche findet der Mediciner in knapper, aber vollständiger Form das Wissenswerthe über Herkommen und Beschaffenheit der officinellen Pflanzen, sowie auch der aus ihnen dargestellten officinellen Präparate, unterstützt durch Abbildungen, die eine besonders sorgfältige Ausführung zeigen und wesentlich geeignet sind, das Studium des Inhaltes zu erleichtern.

Zur Chirurgie der Harnorgane. Von Sir **Henry Thompson**, London. Autorisirte Uebersetzung von **Dr. Dupuis**. Kreuznach. Mit Abbildungen. Preis: M. 3.60.

Der berühmte Verfasser bietet hier seine Gesammt-Erfahrungen über die wichtigsten Krankheiten der Harnorgane, u. a.: Stricturen, Digital-Exploration der Blase, Blasengeschwülste, mangelhafte Function der Blase, Steinkrankheiten, bei welchem letzten Abschnitt mehr als 800 Steinoperationen eingehend analysirt werden.

Die

Pupillarreaction auf Licht,

ihre

Prüfung, Messung und klinische Bedeutung.

Die

Pupillarreaction auf Licht,

ihre

Prüfung, Messung und klinische Bedeutung.

Nach rein practischen Gesichtspunkten

bearbeitet von

Dr. Ernst Heddaeus,
Assistenzarzt an der Universitäts-Augenklinik zu Halle a..d. Saale.

Wiesbaden.
Verlag von J. F. Bergmann.
1886.

Das Recht der Uebersetzung bleibt vorbehalten.

1651159

Seinem verehrten Lehrer und Chef,

Herrn

Geh. Med.-Rath Prof. Dr. Alfred Gräfe

in Dankbarkeit gewidmet

vom

Verfasser.

Inhalts-Verzeichniss.

I. Prüfung der Pupillarreaction auf Licht.

Seite

Einleitung 1

Warum prüfen wir die Pupillarreaction? 3
Beweglichkeit der Pupillen. S. 3.
Reflexempfindlichkeit der Augen. S. 4.

Wie prüft man die Pupillarreaction auf Licht? 7
Erhellung nach vorheriger Verdunkelung oder umgekehrt? S. 7.
Prüfung bei offenem oder bei verdecktem zweiten Auge. S. 10.
Verwechslung der Lichtreaction mit der Reaction auf sensibele Reize und mit der accommodativen Reaction. S. 14.

Welche Fragen sind bei der Prüfung der Pupillarreaction zu beantworten? . 19
1. Besteht Isocorie? S. 19.
2. Welches ist die mittlere Weite der Pupillen? S. 22.
3. Reagirt jede Pupille direct und consensuell auf Licht? S. 23.
4. Sind beide Pupillen gleich gut beweglich? S. 24.
5. Sind beide Augen gleich reflexempfindlich? S. 25.
6. Wie ergiebig ist die Reaction, und in welcher Zeit erfolgt sie? S. 26.

II. Messung der Pupillarreaction auf Licht.

1. Was messen wir? 28
Die Werthe *a*, *b* und *c*. S. 29.

2. Wie messen wir? 34

3. Eigene Messungen 35

4. Resultate der Messungen 41
Einfluss des Alters. S. 44.
Einfluss der Irisfarbe. S. 45.
Einfluss der Refraction. S. 46.
Einfluss der Sehschärfe. S. 47.

5. Werth der Messung 51

III. Die centripetalen Pupillarfasern.

Seite

Ist normaliter die directe Pupillarreaction gleich der consensuellen? 54

Kann Anisocorie durch Anomalieen in den centripetalen Pupillenfasern bedingt sein? 55

Mydriasis nach Zerstörung der centripetalen Pupillenfasern 58

Myosis nach Reizung der centripetalen Pupillenfasern 59

Sind die centripetalen Pupillenfasern mit den Sehfasern identisch oder nicht? 60

Amaurose ohne Reflextaubheit. S. 61.

Reflextaubheit ohne Amaurose. S. 69.

Verlauf der centripetalen Pupillenfasern 73

Résumé 76

I.

Prüfung der Pupillarreaction auf Licht.

In der psychiatrischen Klinik einer deutschen Universität sah ich vor wenigen Jahren die PR. auf Licht in folgender Weise prüfen: Es war an einem hellen, sonnigen Wintertage. Patient, ein Paralytiker, sass, beide Augen offen, auf einem Stuhl, in c. 2 m Entfernung vom Fenster, das Gesicht diesem zugekehrt und angewiesen, durch dasselbe hinaus ins Blaue zu sehen. Zu seiner Rechten stand der Professor, zu seiner Linken der Practicant. Während nun Beide mit angestrengter Aufmerksamkeit die Pupillen des Kranken beobachteten, brachte der Professor ein glimmendes Streichholz plötzlich in die Blickrichtung desselben c. 1/2 Meter von seiner Nase entfernt. Der Practicant zweifelte, der Professor aber glaubte entschieden eine Verengerung bemerkt zu haben, die indess auch nach seinem Dafürhalten so minimal war, dass sie getrost auf Rechnung einer mehr weniger willkürlichen Accommodationsbewegung gesetzt werden durfte. Also wurde im Krankenjournal notirt: Pupillen gegen Lichtreiz unempfindlich.

Angesichts solcher, vielleicht nicht ganz vereinzelt dastehender Beispiele von etwas sonderlichen Untersuchungsmethoden kann es nicht Wunder nehmen, wenn die Literatur über das Verhalten der Pupillen bei Centralleiden bislang „wenig Erfreuliches, weil wenig Constantes und Sichergestelltes zu Tage gefördert hat." (Mauthner, Gehirn und Auge, S. 596.) Es wäre jedoch ungerecht, für diese bedauerliche Thatsache allein den Psychiater verantwortlich machen zu wollen. Auch in den Angaben von Augenärzten über

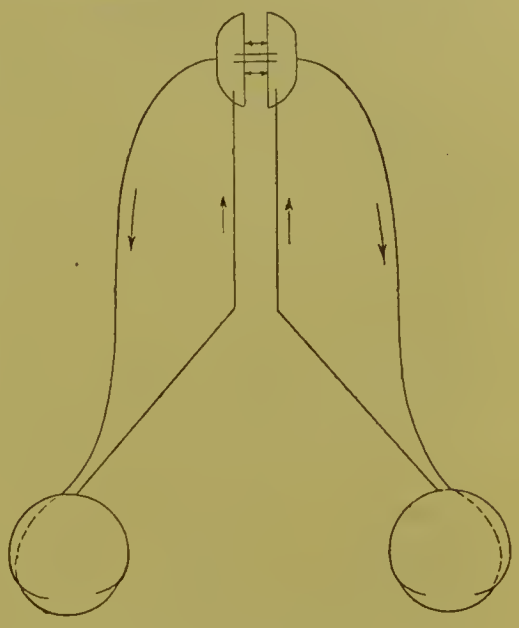
die Pupille ist im Allgemeinen wenig Uebereinstimmendes und wenig Vollständiges zu finden. Wenig Uebereinstimmendes wohl hauptsächlich darum, weil wir keine einheitliche Methode der Prüfung der PR. und keine einheitliche Bezeichnungsweise für die Art und den Grad der reflectorischen Contraction haben; wenig Vollständiges vielleicht nicht zum geringsten Theil darum, weil wir uns einer ungemeinen Weitschweifigkeit befleissigen müssen, um, bei der herrschenden Ausdrucksweise, ein erschöpfendes Bild von den Pupillarverhältnissen zu geben. Sehschärfe und Refraction erfordern kaum soviel Buchstaben resp. Ziffern, als zu einer regelrechten Beschreibung der PR. Zeilen gehören. Im Folgenden habe ich den Versuch gemacht, zur Beseitigung dieser Missstände beizutragen; dass ich dabei vielfach Bekanntes auftischen musste, war unvermeidlich. Es ist nur von der PR. beim Menschen die Rede, auf Thierversuche ist grundsätzlich keine Rücksicht genommen. Mit Literaturangaben glaubte ich im Hinblick auf die bekannten Arbeiten von Rembold (Tübingen, 1880), Leeser (Wiesbaden, 1881), Eckhardt (Giessen, 1885) und Andern sparsam sein zu dürfen.

Zunächst Einiges zur Nomenclatur.

Als directe PR. bezeichnen wir diejenige Irisbewegung, welche durch Erhellung oder Verdunkelung der Retina des collateralen Auges hervorgerufen wird, als consensuelle diejenige, welche durch Erhellung oder Verdunkelung des contralateralen Auges ausgelöst wird. Nun spuken aber in unserer deutschen Literatur soviel Ersatzwörter für die Begriffe direct und consensuell herum, dass man unwillkürlich an ein allbekanntes, die deutsche „Vielseitigkeit“ kennzeichnendes Verschen erinnert wird.

Wir haben ausser der directen eine primäre, eine gleichseitige, eine collaterale Reaction; neben der consensuellen eine indirecte, eine secundäre, ungleichseitige, contralaterale, sympathische, synergische PR. Ein deutsch-americanischer Specialcollege nennt mit bewundernswerther Consequenz die von uns als „directe“ bezeichnete PR. „consensuell“ und unsere „consensuelle“ PR. „reflectorisch“! Warum lassen wir nicht all jene theils weniger bezeichnenden, theils weniger gebräuchlichen Synonyma fallen und begnügen uns wie unsere Nachbarnationen mit den beiden vollkommen ausreichenden Wörtern direct und consensuell?

Aus dem normalen Erhaltensein der PR. auf Lieht sehliessen wir auf Integrität des Reflexbogens zwisehen Retina und Iris. Wenn wir von allen bekannten und bestrittenen anatomisehen Einzelheiten absehen und uns einen möglichst einfachen, jedoch zur Erklärung des Zustandekommens der versehiedenen Arten der PR. (Lichtreaction und accommodative Reaction) ausreichenden Reflexbogen eonstruiren, so erhalten wir folgendes Schema (Fig.).



Die Reflexbahn ist zusammengesetzt aus:

1) Retinae und centripetale Pupillarfasern,
2) Reflexcentren (III.-eentren) und Verbindungsbahn zwisehen beiden,
3) Centrifugale Pupillarfasern (nn. III.) und Irides.

Die Verbindungsbahn zwischen beiden III-eentren vermittelt die beiderseitige eonsensuelle PR.

Warum prüfen wir die Pupillarreaction?

1) um die freie Beweglichkeit der Pupillen naehzuweisen. Eine Pupille, welche direet oder eonsensuell auf Lieht oder aueh eine solehe, welehe nur mit der Aeeommodation (Convergenz) reagirt, nennen wir beweglieh, eine Pupille, welehe weder bei Wechsel der Beleuchtung noeh bei Weehsel der Accommodation eine Grössenveränderung erkennen lässt, bezeichnen wir als unbeweglieh oder starr. Bei der Diagnose der Beweglichkeit oder Starre der Pupille spielt indess die Lichtreaetion im Vergleieh zur aecommodativen Reaetion eine untergeordnete Rolle. Eine normale Liehtreaction genügt allerdings zur Constatirung freier Beweglichkeit der Pupille; allein die Liehtreaction kann fehlen oder mangelhaft sein, ohne dass eine Störung der Beweglichkeit vorliegt; wenn nur die aeeommodative PR. sich intaet zeigt, so ist der Beweis für die Beweg-

lichkeit der Pupille geliefert. Andererseits werden wir bei vollständigem Mangel der accommodativen Reaction auch die Bewegung auf Lichtreize in der Regel oder fast immer vermissen.

Die eigentliche Aufgabe der Prüfung der Lichtreaction, in deren Lösung sie sich nicht mit der accommodativen Reaction theilt, ist eine andere; wir nehmen sie vor,

2) um die Empfindlichkeit des Auges resp. der Retina in Bezug auf die Vermittlung des Pupillarreflexes festzustellen. In der Promptheit des Eintritts, in der Ausgiebigkeit und in der Geschwindigkeit des Ablaufs der reflectorischen PR. besitzen wir einen objectiven Maassstab für die Empfindlichkeit des Auges in jener Beziehung. Wie nennen wir diese Eigenschaft des Auges? Es fehlt uns dafür ein Wort. Dieselbe ist nicht identisch mit der (subjectiven) Lichtempfindlichkeit des Auges; denn sie kann erloschen sein bei erhaltener Lichtempfindlichkeit und umgekehrt. Wir helfen uns in der Regel mit Umschreibungen. Diese werden besonders schwerfällig dann, wenn die fragliche Eigenschaft auf beiden Augen in verschiedenem Grade erhalten ist. Dieselbe sei z. B. links erloschen, rechts normal, so notiren wir das daraus resultirende Factum: „Die linke Pupille reagirt auf Licht nur consensuell, nicht direct, die rechte nur direct, nicht consensuell". Diese Umschreibung ist aber so umständlich, dass wohl Mancher aus angeborener Liebe zur Kürze es vorzieht, auf eine völlig genaue Darstellung zu verzichten, statt zu einer so langwierigen Phrase seine Zuflucht zu nehmen. Nicht viel besser bestellt ist es um die Formulirung: „Lichteinfall ins linke Auge löst weder links noch rechts eine PR. aus". Die an hiesiger Klinik übliche Ausdrucksweise: „Links mangelnde Pupillarerregung durch Licht" dürfte leicht zu Missverständnissen führen. Ich schlage vor, das Wort Reflexempfindlichkeit für den mangelnden Begriff einzuführen und als Gegensatz dazu von Reflextaubheit zu sprechen. Die Gegensetzung von „empfindlich" und „taub" sind wir von den sensibelen Nerven der Haut her gewöhnt; und durch die Zusammensetzung von reflexempfindlich und reflex-taub werden wir zu Zweideutigkeiten aus dem Grunde nicht leicht Veranlassung geben, weil die

übrigen Retinalreflexe, wie der reflectorische Lidschlag etc., im Vergleich zu der reflectorischen PR. von durchaus untergeordneter Bedeutung sind. Dass die Wortbildung freilich insofern incorrect ist, als das Auge ja den Reflex nicht empfindet, ist mir wohl bewusst, allein ich weiss kein besseres Wort. Im Gegensatz zu der Lichtempfindlichkeit des Auges, welche die Fähigkeit darstellt, den Lichtreiz aufzunehmen und mit Hülfe der Sehfasern den Centren für die Lichtwahrnehmung zuzuführen, besteht also die Reflexempfindlichkeit des Auges in der Fähigkeit, den Lichtreiz aufzunehmen und mittelst der centripetalen Pupillarfasern den Reflexcentren zuzuleiten. Danach sagen wir jetzt: Wir prüfen die PR.,

3) um die Reflexempfindlichkeit des Auges resp. der Retina zu eruiren. Während für die Frage nach der Beweglichkeit der Pupille die accommodative PR. ausschlaggebend war, entscheiden wir die Frage nach der Reflexempfindlichkeit des Auges ausschliesslich mittelst der Prüfung der PR. auf Licht. Die Existenz der accommodativen Reaction bildet aber eine Vorbedingung dazu; denn wenn bei der Accommodation beide Pupillen sich unbeweglich zeigen, so können wir aus dem gleichzeitigen Mangel jeder Reaction auf Licht keinen Schluss ziehen auf die Reflexempfindlichkeit beider Augen; wir besitzen dann überhaupt keinen Maassstab mehr für diese. Hingegen ist bei einseitiger Starre, z. B. bei rechtsseitiger Oculomotoriusparalyse, der Nachweis der beiderseitigen Reflexempfindlichkeit noch sehr wohl zu führen; die directe Reaction der (frei beweglichen) linken Pupille ist der Ausdruck für die erhaltene Reflexempfindlichkeit des linken Auges, und die consensuelle Reaction der linken Pupille genügt zu dem Nachweis, dass auch das rechte Auge resp. seine Retina noch reflexempfindlich ist.

Lassen wir die Reflexcentren vorläufig aus dem Spiel, so können wir folgende Sätze aufstellen:

Unbeweglichkeit oder Starre einer Pupille, sowie Verminderung der Beweglichkeit einer Pupille deutet auf Anomalieen im Bereich der (gleichseitigen) centrifugalen Pupillarfasern (incl. deren Endigungen im Irisgewebe);

Reflextaubheit, sowie Herabsetzung der Reflexempfindlichkeit eines Auges ist bedingt durch Anomalieen des (gleichseitigen) eentripetalen Leitungsapparates. Letztere können bestehen:

1) in Störungen im Bereich der eentripetalen Pupillarfasern (incl. deren Anfängen in der Retina);
2) in Störungen der Permeabilität der brechenden Medien des Auges.

Die letztere Ursache wird wahrscheinlich nie Reflextaubheit, sondern nur Herabsetzung der Reflexempfindlichkeit bedingen. Hat der Augenspiegel nachgewiesen, dass in den brechenden Medien die Ursache für die mangelnde Reflexempfindlichkeit nicht gelegen ist, so kann für „Reflextaubheit des Auges" der Begriff „Reflextaubheit der Retina" substituirt werden und wird zweckmässig substituirt, weil damit jede Möglichkeit einer Verwechslung mit „Unbeweglichkeit der Pupille" abgeschnitten wird*). Mit der Diagnose „Reflextaubheit der Retina" soll aber über den Sitz des ursächlichen Krankheitsherdes ebensowenig etwas präjudicirt werden wie mit der Diagnose „Pupillenstarre". Die Ursache der Pupillenstarre kann in der Pupille resp. der Iris selbst, sie kann aber auch an irgend einem Punkte der centrifugalen Pupillarfasern gelegen sein; ebenso die Ursache der Reflextaubheit der Retina in der Retina selbst oder an irgend einer Stelle der centripetalen Pupillarfasern.

Sind beide Augen reflextaub, so werden beide Pupillen weder direct noch consensuell auf Licht, wohl aber mit der Accommodation reagiren. Es resultirt also aus beiderseitiger Reflextaubheit derjenige Zustand, den Erb als „reflectorische Pupillenstarre" bezeichnet hat**).

*) Aus dem gleichen Grunde habe ich dem Wort „Reflexempfindlichkeit" vor „Reflexerregbarkeit" den Vorzug gegeben.

**) „Reflectorisch starr" ist eine Pupille, welche auf Licht gar nicht, wohl aber mit der Accommodation reagirt. Der Zustand ist fast immer doppelseitig, doch wird auch einseitige „reflectorische Starre" beschrieben. Ob die Pupillen gleichweit sind (bei einseitiger refl. Starre müssen sie eo ipso verschiedene Weite zeigen), ob sie eng oder weit sind, ob die Augen sehkräftig sind oder nicht, alles das ist für die Definition der refl. Starre (nicht aber für die diagnostische Verwerthbarkeit des Krankheitsfalles) gleichgültig. Wenn Wernicke (Fortschr. d. Med. I, S. 50) die refl. Starre bezeichnet als einen Zustand, wo die Lichtempfindung erhalten, die reflectorische PR. dagegen abgeschwächt oder ganz aufgehoben ist, so liegt wohl nur ein Lapsus calami vor; wenn dagegen Uhtoff in seinem Vortrag über das Thema (Berl. Klin. Woch. 1886, Nr. 3 und 4) die „refl. Starre" confundirt mit der absoluten Starre der Pupille, — er spricht von „reflectorischer Starre auf Licht und Convergenz!" — so ist damit endlosen Begriffsverwirrungen Thür und Thor geöffnet.

Solange indess der Beweis noch nicht erbracht ist, dass die hauptsächlich bei spinalen Leiden beobachtete refl. Starre auf beiderseitiger Reflextaubheit beruht, scheint die Ersetzung des Erb'schen Ausdrucks durch „beiderseitige Reflextaubheit" nicht zulässig. Der Begriff „einseitige Reflextaubheit" lässt sich mit Hülfe der Erb'schen Bezeichnung nicht wiedergeben. „Einseitige reflectorische Starre" ist natürlich etwas ganz anderes.

Da uns im Folgenden nur die Lichtreaction beschäftigt, so sei hier über die accommodative PR. nur soviel gesagt, dass die Prüfung derselben (bekanntlich) auch bei Blinden möglich ist; wir fordern dieselben auf, ihre eigene Hand oder Nase zu fixiren. Der Frage, ob die bei Einstellung der Augen von ihrem Fernpunkt auf ihren gemeinschaftlichen Nahpunkt beobachtete Contraction der Pupillen enger mit dem Accommodationsact oder enger mit der Convergenzbewegung zusammenhängt, soll durch die Bezeichnung „accommodative PR." in keiner Weise vorgegriffen werden.

Wie prüft man die Pupillarreaction auf Licht?

Die Antwort auf diese Frage möge zunächst lauten: Durch abwechselndes Erhellen und Verdunkeln der Augen. Soll ich aber zuerst erhellen und dann verdunkeln oder umgekehrt erst verdunkeln, dann erhellen? Es ist dies durchaus nicht so gleichgültig, wie es auf den ersten Blick scheinen möchte. Ich will auf die Frage, ob die maximale Erweiterung der Pupillen bei gänzlichem Lichtabschluss bloss aus dem Nachlass der Oculomotoriuswirkung resultirt, oder ob die Verdunkelung, wie Einige glauben, auch zu einem activen Eingreifen der pupillodilatatorischen Kräfte den Reiz abgibt, nicht näher eingehen, — letztere Ansicht wird wohl hinfällig durch die Thatsache (?), dass bei totaler Oculomotoriuslähmung Lichtentziehung keinen Einfluss mehr auf die Pupillen ausübt, während Sympathicus-reizende Mittel, wie Atropin und Cocaïn (von Prof. Graefe beobachtet) sie noch stärker erweitern. — Es genüge hier zu betonen, dass es sich vom praetischen Standpunkt aus nicht empfiehlt, den Effect der Verdunkelung zu beobachten; denn eben mit der Verdunkelung entzieht sich ja das Untersuchungsobject meinen Blicken, oder aber ich bin im Interesse der Be-

obachtung genöthigt, mit einer unvollständigen Abblendung des Liehtes vorlieb zu nehmen. Setze ich aber ein etwa durch Auflegen meiner Hand total verdunkeltes Auge nunmehr plötzlich dem Einfluss des Lichtes aus, so kann ieh nicht nur den ganzen Ablauf der Verengerung bis zu ihrem Minimum in Musse besehauen, sondern ieh gewinne auch — die zur Entfernung meiner Hand vom Auge erforderliehe Zeit = 0 gesetzt — zur Beobaehtung der Pupille im Zustand völliger Erweiterung soviel Zeit, als zwisehen dem Moment des Lichteinfalls ins Auge und dem Beginn der reflectorischen Irisbewegung verstreieht, das heisst naeh den Berechnungen von Vintsehgau (A. f. d. ges. Physiologie XXVI, S. 324) und Anderen ungefähr 0,5 Seeunden.

Es sprieht noch ein anderer Umstand zu Gunsten der letzteren Methode. Das Minimum, bis zu welchem die vorher besehattete Pupille bei plötzlicher Erhellung sich zunäehst contrahirt, — die (relative) Minimalweite —, bleibt nur einen Augenblick bestehen, um dann sofort wieder einer mässigen Erweiterung Platz zu maehen, aus weleher naeh mehreren kleinen Sehwankungen endlich ein relativer Ruhezustand hervorgeht (so weit von einem Ruhezustand der Pupille des waehenden Individuums die Rede sein kann), — die Finalweite. Die Differenz zwischen der Finalweite und der Minimalweite ist es, welehe bei dieser Art der Prüfung klar in Erscheinung tritt, während sie beim umgekehrten Verfahren, bei Verdunkelung eines vorher dem Lieht ausgesetzten Auges, in Wegfall kommt. Es leuchtet ein, dass bei sehr herabgesetzter Empfindliehkeit der den Pupillarreflex auslösenden Nervenfasern jene Differenz unter Umständen von entseheidender Bedeutung für die Beurtheilung der Ausgiebigkeit, ja für Beurtheilung der Existenz der Reaction werden kann. — Ein ähnlicher Aussehlag naeh dem andern Extrem, eine sehnell vorübergehende maximale Erweiterung der Pupille vor Erreichung der definitiven Weite bei Beschattung des vorher dem Lieht exponirten Auges, findet nieht oder doeh nur in beschränktem Maasse statt.

Diese Verschiedenheiten im Verlauf der Pupillarbewegung je nach der Art der Prüfung sind bereits beschrieben von Listing (Beitrag zur physiologischen Optik. Abgedruckt aus den Göttinger Studien. 1845. S. 27—28), welcher dieselben bei der entoptischen Beobachtung seiner eignen con-

sensuellen PR. erkannte. Er sagt: „Bei meinen Augen beginnt die Verengerung meistens 0,4 einer Secunde nach Oeffnung des anderen Auges, sie dauert etwa 0,2 Sec. und geht — nach Art schwingender Bewegungen — über den Finalzustand hinaus, den die Pupille alsdann erst durch eine mehrere Secunden dauernde, geringe Erweiterung allmälig erreicht. Die auf Verschliessung des anderen Auges eintretende Erweiterung erfolgt etwa nach 0,5 Sec., dauert 1—2 Sec. und führt anfangs rasch dann allmälig träger, ohne oscillirend in Verengerung überzugehen, die Gleichgewichtsweite herbei."

Die Erklärung für diese Erscheinungen liegt auf der Hand. Jede Verengerung der Pupille — auch die accommodative, wenn sie nicht im dunkeln Raume vor sich geht, und wenn nicht das Robertson'sche Phaenomen vorliegt — trägt in sich selbst den Grund zur folgenden Erweiterung; denn sie vermindert die Lichtzufuhr zu der Retina. Umgekehrt gibt jede durch Beschattung hervorgerufene Erweiterung zur folgenden Verengerung den Anstoss, weil sie einer grösseren Lichtmenge den Eintritt ins Auge gestattet — NB., wenn Licht vorhanden ist. Trete ich aus einem hellen in einen absolut finsteren Raum, so ist kein Grund vorhanden, dass die hierdurch bedingte Erweiterung meiner Pupillen nicht bestehen bleibe; ebensowenig, wenn ich etwa bei verschlossenem linken Auge eines Individuums dessen rechtsseitige directe PR. durch Beschattung seines rechten Auges festzustellen suche. Prüfe ich aber dieselbe Reaction wiederum durch Beschattung, lasse aber währenddessen das linke Auge dem Licht exponirt, so wird die gleichzeitig mit der directen Erweiterung der rechten Pupille einhergehende consensuelle Erweiterung der linken Pupille einer vermehrten Lichtmenge Einlass gewähren und so zu consecutiver Wiederverengerung beider Pupillen den Anstoss geben, auch wenn die Verdunkelung des rechten Auges eine totale gewesen war.

Die richtige Erklärung für diese mit dem Namen „Hippus" belegten Irisbewegungen hat schon Himly gegeben (nach Budge, Bewegung der Iris, S. 169). Rieger und von Forster (A. f. Ophth. 27, 3, S. 182) glauben dieselben „wesentlich auch auf den nie ruhenden Wettstreit der antagonistischen Kräfte" schieben zu müssen. Schadow (A. f. Ophth. 28, 3. S. 189 und 200) kommt zu dem Schluss, dass dieselben nur auf den Wechsel sensibler und psychischer Reize zu beziehen seien. Dass die Oscillationen indess, abgesehen von der Accommodation, lediglich vom Licht abhängig sind, scheint mir daraus hervorzugehen, dass die Lebhaftigkeit der Bewegungen mit dem Grad der Beleuchtung zu- und abnimmt. Sie sind am ausgiebigsten, wenn das Auge einen nahen Lichtpunkt, z. B. eine helle Lampenflamme im Dunkelzimmer, fixirt; dabei kommt noch ein Uebelstand hinzu: die leiseste Bewegung des Auges hat zur Folge, dass die Lichtstrahlen ihre Vereinigung nicht mehr genau central in der Netzhaut finden, sondern paracentral in einem Punkte, dessen Reflexempfindlichkeit sowohl wie Lichtempfindlichkeit der des Centrums selbst bei weitem nachsteht. Die Oscillationen sind viel schwächer, wenn die Augen dem Einfluss des diffusen, nicht allzu grellen Tageslichtes ausgesetzt, gleichgültig ins Weite blicken. Die Schwankungen sind kaum noch wahrnehmbar oder fehlen gänzlich, wenn wir im Dunkelzimmer untersuchen und auf die grad-

aus blickenden Augen von einer seitlich stehenden Lampe eben so viel Licht fallen lassen, als zur Unterscheidung der Umrisse der Pupillen nothwendig ist.

Nach dem Gesagten ist es klar, dass die Prüfung der Lichtstrahlen mittelst Erhellung nach vorheriger Verdunkelung vor dem umgekehrten Verfahren den Vorzug verdient. Eine Einigung in dieser Hinsicht, die ja wohl nicht allzu schwer zu erzielen ist, würde uns die Berechtigung verleihen, den oben gebrauchten Ausdruck „Finalweite“ in dem dort definirten Sinne beizubehalten. Wir hätten dann bei jeder PR. zu unterscheiden:

1) das Ausgangsstadium — (die [relative] Maximalweite),
2) ein Zwischenstadium — die (relative) Minimalweite,
3) das Endstadium — die Finalweite.

Den Grad der PR. taxiren wir nach dem Verhältniss der Maximal- zur Minimalweite. Solange dieses grösser als 1 ist, werden wir von erhaltener Reaction sprechen, auch wenn zwischen Finalweite und Maximalweite eine Differenz nicht mehr zu erkennen ist.

Wir gehen sodann einen Schritt weiter und finden sofort wieder das Heer der Ophthalmologen in mehrere Lager getheilt. Die Einen prüfen die Reflexempfindlichkeit eines, etwa des linken Auges, während das zweite, rechte, dem Einfluss des Lichtes vollständig entzogen ist, die Andern, während das zweite Auge erhellt bleibt. Die Ersteren stellen ihre Forderung, das zweite Auge auszuschliessen, wohl mit gleichem Rechte, mit welchem wir während der Prüfung der Lichtreaction den Einfluss der Accommodation zu eliminiren streben. Sie begeben sich aber eben mit der Verdeckung des zweiten Auges der Möglichkeit, gleichzeitig die consensuelle PR. dieses Auges zu beobachten. Die Andern, welche bei offenem zweiten (r.) Auge prüfen, gewinnen dadurch den Vortheil, dass sie den Ablauf der consensuellen Bewegung der rechten Pupille ebensogut oder noch besser verfolgen können, als die directe Reaction der linken Pupille; (noch besser, insofern als ihnen dort nicht wie hier zur Beobachtung des Ausgangsstadiums nur ein begrenzter Zeitraum von c. 1/2 Secunde, sondern eine unbeschränkte Zeit zu Gebote steht). Die Mittelstrasse wandelt eine dritte Partei, welche bei nur partiell verdecktem zweiten Auge prüft.

Zwischen diesen Prüfungsmethoden besteht ein prineipieller, praetisch wichtiger Unterschied. Wir haben e. p. eine um so ausgiebigere und prompterc Reaction zu erwarten, je vollständiger und je dauernder wir das zweite Auge vom Licht exeludiren. Denn durch diese Exclusion des zweiten (r.) Auges bewirken wir:

a) Pupillenerweiterung beiderseits. Bei weiter Pupille scheint die reflectorische Contraction ausgiebiger zu sein und ist auch thatsächlich ausgiebiger als bei enger Pupille, aus drei Gründen:

1) (Ein Scheingrund.) Wenn zwei Pupillen von 8 resp. 3 mm Durchmesser sich in ein und derselben Zeit auf 5,3 resp. 2 mm contrahiren, so ist der Grad der Contraction (das Verhältniss zwischen Ausgangs- und Minimalweite) beide Mal = 1,5. Es ist aber die Flächenabnahme bei der 8-mm-pupille = 49 — 21 = 28 □mm; bei der 3-mm-pupille = 7 — 3 = 4 □mm, also bei jener 7mal so gross als bei dieser; und der Weg, den ein Punkt der Peripherie in der Zeiteinheit zurücklegt, ist bei der 8-mm-pupille beinahe 3mal so gross als bei der 3-mm-pupille. Kein Wunder also, wenn wir versucht sind, den Grad der Reaction sowohl wie die Geschwindigkeit ihres Ablaufs bei der weiteren Pupille zu über-, bei der engeren zu unterschätzen.

2) Unter der Voraussetzung eines bestimmten, sich gleichbleibenden Contractionsreizes, der dem III. durch die centripetalen Pupillarfasern zugeführt wird, muss der Effect des Reizes, die Pupillenverengerung, um so grösser sein, je geringer der Widerstand ist, den die im entgegengesetzten Sinne wirksamen Kräfte leisten. Welcher Natur nun auch die dilatirenden Kräfte sein mögen, jedenfalls wohnt ihnen, so lange sie normal funetioniren, Elasticität inne, und werden sie, vermöge dieser Eigenschaft, der Contraction des Sphincter einen stärkeren Widerstand entgegensetzen, wenn sie bereits erheblich gedehnt sind, d. h. bei enger Pupille, als umgekehrt.

Andererseits ist zu bedenken, dass auch die Actionsfähigkeit des Sphincter zu Ende ist, wenn er sein Contractionsmaximum erreicht hat. Sobald dies geschehen ist, sei es in Folge activer Contraction (Krampf) des Sphincter oder in

Folge Lähmung des „Dilatator“ mit Secundärcontractur des Sphincter, kann selbstverständlich von einer PR. auf Licht keine Rede mehr sein. (Ob damit auch die accommodative Reaction sistirt ist, oder ob diese noch durch die (vicariirende) Action der verschiedenen Abtheilungen des Ciliarmuskels bewerkstelligt werden kann (cf. Emmert, A. f. Aughk. X), ist eine andere Frage, deren Erörterung jedoch nicht hierher gehört.)

3) Der dem III. durch die centripetalen Pupillarfasern übermittelte Contractionsreiz ist aber in der That bei weiter Pupille grösser als bei enger, einfach darum, weil durch die weite Pupille mehr Licht in das Innere des Auges eindringt und die Erregung der Netzhaut abhängig ist von der Menge des sie treffenden Lichtes. Der durch eine 8-mm-pupille eindringende Lichtkegel hat eine Basis von 49, der durch eine 3-mm-pupille eindringende eine Basis von 7 □mm. Gesetzt nun, es nehme der Contractionsreiz auch nur proportional der Quadratwurzel des die Retina treffenden Lichtquantums ab, so bleibt er doch noch für die 8-mm-pupille doppelt so gross wie für die 3-mm-pupille. Verengt sich jene auf 5,3 mm (Grad der Reaction = 1,5), so wird sich diese gleichzeitig nicht auf 2, sondern nur auf 2,45 contrahiren (Grad der R. = $\sqrt{1,5}$ = 1,2). Das macht eine Flächenabnahme von 28 gegen eine solche von 2,3 □mm. Ob wir nicht in 9 von 10 Fällen diese Reaction der 3-mm-pupille als „kaum merklich“, die der 8-mm-pupille als „ausgiebig“ bezeichnen?*)

b) Erhöhung der Reflexempfindlichkeit beiderseits. Es ist bekannt, dass durch längeren Aufenthalt im Dunkeln die (subjective) Lichtempfindlichkeit der Retina ungemein erhöht wird. Wir unterscheiden schwach beleuchtete Objecte um so besser, je mehr wir von der eigenen Netzhaut alles seitliche Licht abblenden**). An unseren Staarkranken, die mit ver-

*) Fast möchte es scheinen, als ob in Wirklichkeit die Differenz zwischen dem Grad der Reaction einer weiten und einer engen Pupille gar nicht so gross ist, als wir es nach obigen theoretischen Auseinandersetzungen zu erwarten berechtigt sind.

**) Auf einer vollständigen Verkennung dieser Thatsache scheint es zu beruhen, wenn Rieger und von Forster (A. f. Ophth. 27, 3. S. 192) die Pupillen-

bundenen Augen im Dunkelzimmer liegen, machen wir täglich die Erfahrung, dass sie trotz der geschlossenen Lider, trotz Lint, Tafft, Wattebausch und mehrfachen Bindetouren das plötzliche Eindringen von Tageslicht beim Oeffnen einer Jalousie sofort als unangenehme Blendung empfinden. Es liegt daher der Schluss sehr nahe, dass in gleicher Weise wie die Lichtempfindlichkeit, so auch die Reflexempfindlichkeit der Retina durch Verdunkelung gesteigert werde; und es fragt sich nur: Wird durch Beschattung des rechten Auges nur die Reflexempfindlichkeit der rechten Retina resp. ihres Centrums oder wird die Reflexempfindlichkeit beider Retinae und Reflexcentren in gleichem Maasse erhöht? Ich glaube die Frage in letzterem Sinne beantworten zu dürfen, gestützt auf Fälle von einseitiger Erblindung mit im Erlöschen begriffener Reflexempfindlichkeit, wo die blinde Retina absolut keinen Reflex auszulösen vermochte, so lange das andere, normale Auge dem Licht exponirt war, dagegen nach längerer vollständiger Verdeckung dieses Auges einen so ergiebigen Reflex hervorrief, dass die Differenz unmöglich allein aus der (durch jene Verdeckung bedingten) Erweiterung der Pupille des blinden Auges abgeleitet werden konnte (cf. Fall W. Sch., S. 67). Je grösser also die Menge des bereits auf den Reflexcentren lastenden Lichtreizes, desto schwächer ist die Reflexempfindlichkeit der Retinae und umgekehrt.

Zweifellos wird auch während des Schlafes (durch den dauernden Lidschluss) und zumal während des Schlafes im dunklen Zimmer die Reflexempfindlichkeit der Retinae gesteigert. Dieses Moment scheint jedenfalls mit beizutragen zur Erzeugung der Pupillenenge, welche wir beim Oeffnen der Lider eines Schlafenden in der Regel beobachten. Daraus würde sich von selbst die Folgerung ableiten, dass bei mangelnder RE. die Schlafmyosis nicht zu constatiren ist; die Erweiterung und

---

erweiterung im Dunkeln auffassen als einen activen, teleologisch begründeten Vorgang, dessen Zweck sei: „Gewinnung einer grossen Lichtmenge zum Bessersehen in der Nacht.“ Es könnte höchstens Gewinnung eines grösseren Gesichtsfeldes bezweckt werden.

Reaetionslosigkeit der Pupillen von Thieren, welche im Wintersehlaf liegen, würde also verständlich sein. —

Für die Praxis folgt aus den vorausgehenden Betraehtungen, dass wir uns bei Beurtheilung der Ausgiebigkeit der PR. sehr zu hüten haben vor Uebersehätzung der Reaetion einer weiten, vor Untersehätzung der Reaetion einer engen Pupille; sodann, dass der Grad der Reaetion ein und derselben Pupille ein versehieden grosser ist, je nachdem wir die Prüfung bei total, partiell oder gar nieht oeeludirtem zweiten Auge vornehmen *).

Die am meisten empfehlenswerthe und wohl auch am meisten übliehe Methode der Prüfung der PR. auf Lieht ist wohl diejenige, die wir bei Tageslicht vornehmen, und bei der wir die Verdunkelung durch Vorhalten eines undurchsichtigen, dunklen Schirmes oder besser durch directes Auflegen unserer Hände (oder eigens dazu gefertigter Masken) auf das Gesicht des Untersuchten bewerkstelligen. Bewirkt aber die directe Berührung nieht als Hautreiz eine Erweiterung der Pupillen, die mit Naehlass der Berührung in Verengerung übergehen und so zu den bedenkliehsten Irrthümern Veranlassung geben muss? Ja! behauptet man allgemein und findet die Ursache der Erweiterung in einer reflectorischen Erregung des Sympathieus. Andere, wie Bechterew (Pflüger's Arch. XXXI, S. 81), sehen in der Erweiterung nur die Folge einer Hemmung des Liehtreflexes durch den sensiblen Reiz und geben dementspreehend eine reflectorische Pupillenerweiterung auf Hautreize nur

---

*) Wenn Mauthner (die Nuclearlähmung, S. 299) sagt:

„Die directe Reaction besteht darin, dass, wenn ich ein Auge, bei Verschluss des anderen, für sich prüfe, die Pupille bei Beschattung sich erweitert, bei Zunahme der Beleuchtung sich verengert; die consensuelle darin, dass, wenn ich ein Auge verdecke, die Pupille des andern sich erweitert, sich aber sofort verengt, sobald ich das erste Auge wieder dem Licht aussetze,“ so prüft er die directe Reaction bei verdecktem, die consensuelle bei unverdecktem zweiten Auge; seine directe wird also seiner consensuellen an Ausgiebigkeit immer überlegen sein.

unter der Vorbedingung zu, dass die Augen gut erleuchtet seien; bei herabgesetzter Beleuchtung bleibe jede Erweiterung aus*).

Ich habe bei intensivster sowohl wie bei möglichst schwacher Beleuchtung mich vergeblich bemüht, die fragliche Pupillenerweiterung zur Anschauung zu bringen. Ich habe bei Kindern mit sehr beweglichen Pupillen meine beiden Hände flach auf die Schläfen gelegt und nun mit aller Kraft den Kopf zusammengepresst, aber keine Erweiterung gesehen; ich habe, um speciell die Hautempfindlichkeit der Gegend um die Orbita herum herauszufordern, bei Einäugigen und einseitig Amaurotischen meine entsprechende Hand auf das blinde Auge resp. dessen Stumpf so aufgelegt und angedrückt, wie wir es behufs Prüfung der PR. zu thun pflegen: von einer regelmässigen Erweiterung der Pupille des sehenden Auges bei Anwendung des Drucks und Wiederverengerung bei Nachlass des Drucks — mochte derselbe noch so stark sein — war keine Rede. Auch Prof. Graefe erzählte mir, dass er der Frage seinerzeit seine volle Aufmerksamkeit zugewandt gehabt habe, aber trotz mannigfachster Versuche sich von der Existenz der fraglichen Bewegungen nicht habe überzeugen können. Ob dieselben im Schlaf und in der Narcose vorhanden sind, ist hier gleichgültig. Jedenfalls laufen wir beim wachenden Menschen nicht Gefahr, durch das Auflegen der Hände, wie wir es bei Prüfung der PR. zur Lichtabblendung zu thun pflegen, eine nennenswerthe Erweiterung hervorzurufen.

Eine andere Eventualität, vor der wir uns zu hüten haben, ist die Verwechslung der Lichtreaction mit der accommodativen Reaction. Befanden sich unter der deckenden Hand die Augen in Accommodationsruhe und stellen sich im Moment des Lichteinfalls auf einen nahen Gegenstand ein, so werden wir Verengerung der Pupillen beobachten, also Bewegung im gleichen Sinne, wie wir sie als Folge des Lichteinfalls erwarten. Zur Unterscheidung haben wir auf zweierlei zu achten: 1) auf etwaige die Pupillenverengerung begleitende Convergenzbewegungen der Augen — sie be-

*) Ein recht bedenklicher Passus findet sich bei Bechterew (l. c. S. 80). „Uebrigens ist zu bemerken, dass der Einfluss der psychischen Sphaere unter gewöhnlichen Bedingungen in Verengerung der Pupille sich äussert. Das gewöhnlichste Beispiel eines solchen Einflusses sehen wir in der Pupillenverengerung, die unausbleiblich jede willkürliche Accommodationsspannung des Auges begleitet.“ —

weisen, dass die Accommodation im Spiele war —; 2) auf die Regelmässigkeit der Pause, welche zwischen dem Lichteinfall und dem Beginn der Contraction verstreicht — sie ist ein charakteristisches Merkmal der Lichtreaction.

Wenn wir die Beschattung nicht durch die aufgelegte Hand, sondern durch eine in einer Entfernung von 5—10 cm vorgehaltene schwarze Platte bewerkstelligen, so kann es vorkommen, dass der Untersuchte auf diese Platte accommodirt; wir werden dann statt der erwarteten Erweiterung eine Verengerung und umgekehrt beim Wegziehen der Platte statt der Verengerung eine Erweiterung der Pupillen eintreten sehen; oder es wird ev. die durch die Beschattung hervorgerufene Erweiterung durch die gleichzeitige accommodative Verengerung paralysirt werden. Auf diese Möglichkeit hat schon A. von Graefe aufmerksam gemacht (A. f. O. II, 2, S. 302).

Demnach würde sich die einfachste Art der Prüfung der Lichtreaction, die Prüfung bei offenem zweiten Auge, folgendermaassen gestalten:

Der zu Untersuchende befindet sich c. 1 Meter vom Fenster entfernt und blickt, ohne zu accommodiren, hinaus in den Tag (nicht Sonne) hinein. Es ist ihm gestattet zu blinzeln, im Uebrigen soll er aber beide Augen, auch unter der deckenden Hand, stets offen halten. Ich stehe seitlich vor ihm und verdecke sein linkes Auge möglichst vollständig durch Auflegen meiner rechten Hohlhand (ohne das Lid zuzudrücken). Nach 5—10 Secunden, während welcher Zeit ich die Weite der rechten Pupille beachte und mir zu merken suche, lasse ich das linke Auge frei und beobachte den Ablauf der consensuellen PR. des rechten Auges. Darauf wiederhole ich die Occlusion des linken Auges und fixire die Gegend des letzteren, um sofort mit der Wiederfreilassung desselben ein Bild von der Ausgangsweite seiner Pupille zu erhaschen und die sich anschliessende directe Reaction dieser (linken) Pupille zu studiren. In gleicher Weise belehre ich mich durch zweimalige Verdeckung und Wiederfreilassung des rechten Auges 1) über die consens. PR. des linken, 2) über die directe PR. des rechten Auges. Etwaige Differenzen im Ablauf der verschiedenen Bewegungen werden dabei zu Tage treten.

Der consensuellen Reaetion habe ich bei dieser Beschreibung vor der directen den Vorrang gegeben, 1) weil ihr Ausgangsstadium leichter zu beobachten ist, 2) weil ihr in gewissem Sinne eine grössere Bedeutung als der direeten Reaction zuzukommen scheint; insofern nämlich, als wir aus dem Erhaltensein der beiderseitigen consensuellen PR. schliessen dürfen, dass auch die directe PR. beiderseits, und zwar mindestens ebenso gut wie die eonsensuelle erhalten sei; während wir zu dem umgekehrten Schluss nicht bereehtigt sind (vgl. Fall Baumeister, S. 21).

Ist das Resultat der Prüfung bei offenem zweiten Auge ein negatives oder zweifelhaftes, so schreiten wir zur Prüfung bei partiell verdecktem 2. Auge, die uns wegen der Erweiterung der Pupillen und der erhöhten Empfindlichkeit der Reflexcentren günstigere Aussichten auf Erfolg bietet. Gleichzeitig vermehren wir den Contrast zwischen dunkel und hell dadurch, dass wir die jedesmalige Beschattung auf 30—60 statt auf 5—10 Secunden ausdehnen und zur Erhellung vielleicht statt des diffusen Tageslichtes diffuses oder concentrirtes Sonnenlicht benützen.

Ich beschatte also in einem grell erleuchteten Zimmer das rechte Auge des Untersuchten mit meiner linken Hand soweit, dass ich eben noch die Contouren der rechten Pupille deutlich unterscheiden kann; gleichzeitig verdecke ich mit meiner Rechten das linke Auge vollständig und zwar $^1/_2$—1 Minute lang, lasse dann plötzlich dies letztere los und beobachte die consensuelle R. der rechten und die directe R. der linken Pupille etc.

Schlägt auch dieser Versuch fehl, so müssen wir auf den Nachweis der consensuellen Reaction verzichten, für die directe Reaction bleibt noch eine feinere Probe, die bei gänzlich occludirtem zweiten Auge und maximal verschärftem Lichtcontrast.

Die Verdunkelung dureh die aufgelegte Hand ist keine absolute, wenigstens nicht immer, und kann aus äusseren Gründen nieht über eine bestimmte Zeit hinaus ausgedehnt werden. Eine vollständigere und dauerndere Verdunkelung beider Augen und die daraus resultirenden günstigeren Chancen für ein positives Resultat (erhöhte Reflexempfindliehkeit und weite Pupillen) erreichen wir, wenn wir die Prüfung in einem Raum vornehmen, von dem das Tageslicht gänzlieh abgeschlossen ist. Zur Erhellung benutzen wir dann Lampenlicht, welches wir entweder direct oder mittelst des Augenspiegels reflectirt oder mittelst der Convexlinse eoncentrirt auf das zu untersuchende Auge fallen lassen. Zur Beobachtung der directen Reaction genügt dieselbe Lichtquelle, welche zur Erhellung der betr. Retina dient. Um die consensuelle Bewegung siehtbar zu maehen, ist es ev. er-

forderlich, durch eine zweite Lampe das betr. Auge soweit zu beleuchten, dass seine Pupillengrenzen scharf erkennbar sind.

Es scheint, dass auf diese Art, bei greller Lampe und seitlicher Beleuchtung, der Nachweis der consensuellen Reaction mitunter noch gelingt, wo die übrigen Methoden im Stich gelassen haben. Wo es gilt, die Reflexempfindlichkeit der Retina festzustellen, — und zu diesem Zweck, nicht zum Nachweis der Beweglichkeit der Pupillen, pflegen wir auf die sorgfältigste Prüfung der PR. solches Gewicht zu legen — genügt es, das Dasein der directen Reaction zu constatiren. Die feinste Probe, die wir zur Erreichung dieses Zieles besitzen, und die oft noch eine zweifellose, zuweilen recht energische Pupillencontraction ergibt, wenn alle bisher berührten Prüfungsarten ein negatives oder zweifelhaftes Resultat gehabt haben, ist nach meinen Erfahrungen die folgende:

Wir lassen den Patienten zunächst 10—15 Minuten im Dunkelzimmer sitzen, postiren ihn dann in diesem vor eine Thür oder einen Fensterladen, der sehnell und geräusehlos geöffnet werden kann. Soll das linke Auge geprüft werden, so wird das reehte mit einem Tueh fest zugehalten, oder mit einem Watteverband umgeben und dieser dureh die umklammernde Hohlhand verstärkt. Nun wird die das Lieht abhaltende Seheidewand plötzlieh entfernt, und das diffuse Tages- oder ev. Sonnenlieht erhält freien Eintritt in das zu prüfende (reehte) Auge.

Zeigt dessen Pupille aueh bei diesem Versueh keine Contraction, so sind wir bereehtigt, die Diagnose „Reehts: Mangel der direeten PR. auf Lieht“ oder ev. (wenn die eonsensuelle oder die aeeommodative Reaetion erhalten ist) die Diagnose „Reehts: Reflextaubheit“ zu stellen. Dieselbe Bedeutung wie für die Feststellung der Reflexempfindliehkeit hat aber obige Prüfung aueh für den Naehweis der letzten Spuren von (subjeetiver) Lichtempfindlichkeit des Auges. Wenn wir das Postulat stellen, dass die Diagnose „totale Amaurose“ nur dann gemaeht werde, wenn bei obiger Art der Prüfung kein Liehtsehein naehzuweisen ist, so wandert maneher Fall von „totaler Amaurose“ in die Rubrik: „Erblindung bis auf Liehtsehein“. Illustrirende Krankheitsfälle folgen später.

Bei doppelseitiger Erblindung, bei der die Einzelprüfung der Augen naeh der zuletzt angegebenen Methode absolute Reflextaubheit (Amaurose) ergeben hat, bleibt uns noeh als ultimum refugium der Versueh, ob nieht, bei Wiederholung dieser letzten Probe, während beide Augen offen bleiben, also bei gleiehzeitiger intensiver

Erhellung beider nach längerer totaler Verdunkelung, der doppelte Lichtreiz doch zur Auslösung einer Contraction (zum Nachweis eines Restes Lichtschein) mächtig genug wäre. Dies ist aber auch der einzige Fall, wo eine gleichzeitige Prüfung beider Augen gestattet ist.

Wenn wir nicht die Netzhaut in toto, sondern einzelne Theile derselben auf ihre Reflexempfindlichkeit untersuchen wollen (z. B. bei Hemianopie die sehenden und die nicht sehenden Netzhauthälften für sich), so ist das diffuse Tageslicht nicht zu gebrauchen, und es verdient die Prüfung im Dunkelzimmer (seitliche Beleuchtung oder Augenspiegel) den Vorzug. Ob derartige Versuche, die sich in verschiedenster Weise modificiren lassen, jemals zu positiven, diagnostisch verwerthbaren Resultaten führen werden, muss die Zukunft lehren. Mir ist es bisher nie gelungen, eine Differenz im Ablauf der Pupillencontraction bei Erhellung verschieden lichtempfindlicher Netzhautpartieen zu constatiren.

Soviel über die Frage: Wie prüft man die PR.? Wir gehen nun über zu den Einzelfragen, deren Beantwortung wir bei der Prüfung der Lichtreaction zu erstreben haben. Dieselben sind:

1) Sind beide Pupillen gleich weit?
2) Welches ist die mittlere Weite der Pupillen?
3) Reagirt jede Pupille direct und consensuell auf Licht?
4) Sind beide Pupillen gleich beweglich?
5) Sind beide Augen gleich reflexempfindlich?
6) Wie ergiebig ist die Reaction, und in welcher Zeit erfolgt sie?

Die beiden ersten Fragen haben mit der Reaction der Pupillen an und für sich nichts zu thun. Es sind Vorfragen, deren Erledigung indess eine Vorbedingung für die exacte Beantwortung der weiteren, auf die Reaction selbst bezüglichen Fragen bildet.

Frage 1. Sind beide Pupillen gleich weit?

Zur Bezeichnung des Zustandes gleicher und verschiedener Weite beider Pupillen haben wir kein einzelnes Wort. Es liegt nahe, die gleiche Weite mit Isocorie, die ungleiche Weite mit „Anisocorie“ (analog Iso- und Anisometropie) zu benennen; und ich glaube, dass sich die Ausdrücke im Interesse der Kürze empfehlen.

Die Fragestellung: „Sind beide Pupillen gleich weit?“ ist nun insofern unbestimmt, als sie nicht besagt, bei welchem Grad der Helligkeit die Weite beobaehtet werden soll. In der Regel pflegen wir unser Urtheil darüber zu bilden, während beide Augen des Untersuehten dem Einfluss des diffusen Tagesliehtes ausgesetzt sind. Nun ist es aber möglieh, z. B. bei einseitiger, ringförmiger Synechia posterior, dass gerade bei dieser Beleuchtung beide Pupillen gleiehe Weite aufweisen, während sowohl Erhöhung als auch ganz besonders Herabsetzung der Lichtintensität sofort ihre Ungleichheit hervortreten lässt. Offenbar kann es nicht in unserer Absieht liegen, in einem solchen Fall von Isocorie zu sprechen. Es muss also auch die Frage besser so formulirt werden: „Ist die rechte Pupille bei jedem Helligkeitsgrade gleich der linken?“ Und erst wenn sie in dieser Fassung bejahend beantwortet werden kann, sind wir zu der Diagnose Isocorie berechtigt. Es genügt zur Entscheidung der Frage, die Pupillenweite bei zwei mögliehst von einander differenten Beleuehtungsgraden zu vergleichen. Jede einseitige Affection der eentrifugalen Pupillarfasern, welche überhaupt Symptome maeht, muss sich als Anisocorie in dem obigen Sinne documentiren; und zwar wird Anisocoric in Folge von **Lähmung** des III. am entschiedensten bei intensiver Beleuehtung, Anisocorie in Folge von **Reizung** des III. am entschiedensten bei schwacher Beleuchtung beider Augen zur Manifestation gelangen.

Bei normalen Augen besteht Pupillengleichheit nicht nur unter den eben genannten Bedingungen, sie verliert sich auch dann nicht, wenn ein Auge intensiv erhellt, das andere gleichzeitig beschattet wird. Mit anderen Worten: Normaliter ist die consensuelle PR. dem Grade nach gleich der directen. Es fragt sich, ob wir zur Definition der Isocorie auch die Erfüllung dieser Bedingung fordern wollen. Thatsäehlieh kommt es sozusagen nie vor, dass Pupillengleichheit zwar besteht, so lange beide Augen gleich starker, sei es sehwäehster, sei es intensivster Beleuchtung ausgesetzt sind, eine Differenz dagegen zum Vorschein kommt, wenn ein Auge verdunkelt wird, während das andere erhellt bleibt. Der einzige beschriebene Fall der Art ist meines Wissens der folgende:

Baumeister (A. f. Ophth. 19, 2, S. 272—274). 21-jähriges, von Geburt an total blindes Mädchen. Kleine Bulbi, Nystagmus und Atrophia nervorum opticorum. Medien frei. „Das Merkwürdige ist das Verhalten der Pupille. Bei Einwirkung des augenblicklich vorhandenen Tageslichtes hat sie eine Weite von $3^1/_2$ mm Durchmesser. Kurzer Abschluss des Lichtes ruft keine Reaction hervor. Werden aber beide Augen eine Minute lang geschlossen gehalten, so erweitern sich innerhalb dieser Zeit die Pupillen auf 5 mm. Die erneute Einwirkung des Lichtes ruft Contraction hervor, doch erfolgt dieselbe sehr allmälig, so dass erst nach der Dauer von 15—20 Secunden der ursprüngliche Durchmesser wieder erreicht wird. Entzieht man nur das eine Auge der Einwirkung des Lichtes, so erweitert sich die Pupille derselben Seite. Sehr auffallend ist nun der Unterschied in der Grösse der beiden Pupillen; bei gleicher Beleuchtung sind sie nach 20 Secunden wieder gleich. Von einer consensuellen Erweiterung, beziehungsweise Wiederverengerung der Pupille des anderen Auges ist dabei durchaus nichts zu sehen.“ — „Dem Versuch einer directen Reizung der Iris durch Licht standen die Nystagmusbewegungen im Wege*). Eine Reaction der Pupille bei Einwirkung von concentrirtem, auf die Sklera geworfenen Licht war nicht zu bemerken. — Calabar und Atropin riefen die bekannten Erscheinungen in normaler Weise hervor.“

Theoretiseh mag sieh darüber streiten lassen; im Interesse der Einfachheit und Kürze empfiehlt es sich aber zweifellos, Fälle wie den eitirten der Anisoeorie zuzuzählen. Es besteht also die Isocorie darin, dass unter keinen (physiologischen) Umständen eine Differenz in der Weite der beiden Pupillen eines Individuums sieh erkennen lässt. Für die Praxis bleibt es trotzdem, wegen der Seltenheit jener exceptionellen Fälle, zur Diagnose der Isoeorie ausreichend, wenn wir 1) bei mässiger, 2) bei intensiver Beleuchtung beider Augen Gleichheit der Weite beider Pupillen constatirt haben.

In ihrer kürzesten Fassung lautet naeh dem Gesagten die

Frage 1: Besteht Isoeorie?

---

*) Directe Reizung der Iris ohne gleichzeitige Reizung der Retina ist practisch unausführbar. Wenn die Iris auf Licht direct beweglich wäre, könnte, z. B. bei totaler Amaurose durch Opticusatrophie, ein Auge nie reflextaub erscheinen. Die Erklärung des sehr interessanten Falles ist wohl in mangelnder Commissurenverbindung zwischen beiden III.-centren zu suchen (cf. das Schema S. 3). Wenn sich die centripetalen Pupillenfasern im Chiasma zum Theil kreuzen, ist die Deutung des Falles complicirter.

Frage 2. Welches ist die mittlere Weite der Pupillen?

Man versteht, denke ich, unter „mittlerer Weite“ der Pupillen allgemein diejenige Weite, welche die Pupillen annehmen, wenn beide Augen bei entspannter Accommodation dem Einfluss des diffusen Tageslichtes ausgesetzt sind. Als Antwort auf die Frage haben wir eine Fülle von zum Theil recht nichtssagenden Wörtern bei der Hand, als da sind: „erweitert“, „auffallend weit“, „weit“, „im Mittel erweitert“, „ziemlich weit“, „mässig erweitert“, „etwas unter Mittel“, „eher eng als weit“ etc. Dass diese Ausdrücke unserem subjectiven Urtheil, welches zugleich Rücksicht auf das Alter des Patienten, auf die herrschende Beleuchtung etc. zu nehmen pflegt, grossen Spielraum lässt, liegt auf der Hand. Es bleibt daher immer vorzuziehen, die Weite, und sei es auch nur schätzungsweise, in Millimetern anzugeben. Etwaige Unregelmässigkeiten in der Rundung der Pupillen werden bei dieser Gelegenheit mit notirt. Ueber die Messung der Pupillenweite später!

Abnorme Enge wird mit Myosis, abnorme Weite mit Mydriasis bezeichnet. Der Begriff der Starre ist damit nicht nothwendig verknüpft; daher die Unterscheidung zwischen stabiler und labiler Myosis und Mydriasis.

Die zweite Frage besitzt bei weitem nicht die praetische Bedeutung wie die erste. Jede Anisocorie deutet auf pathologische Zustände hin und fordert auf, die Ursachen der Differenzen in der Weite ausfindig zu machen; aber mit der absoluten Weite der Pupillen, wenn sie nicht in den Extremen sich bewegt, und wenn sie nicht mit Störungen der Beweglichkeit verbunden ist, ist im Ganzen wenig anzufangen. Bei Verwerthung derselben für die Pathologie ist Vorsicht geboten. Nur bei jeder Anisocorie ist selbstverständlich die Angabe unerlässlich, welche Pupille die weitere sei. Wichtige diagnostische Anhaltspunkte zur Entscheidung der Frage, ob die weitere oder die engere Pupille die pathologisch veränderte sei, gewinnen wir, wenn wir unsere Fragestellung dahin erweitern:

Welches ist die Weite der Pupillen,

1) während beide Augen schwacher,
2) während beide Augen intensiver Beleuchtung ausgesetzt sind?

Bei möglichst herabgesetzter Lichtintensität wird eine auf (einseitiger) III.-lähmung beruhende Differenz sich mehr und mehr ausgleichen; eine durch Sympathicusreizung bedingte dagegen als solche immer noch in gewissem Grade bestehen bleiben.

Frage 3. Reagirt jede Pupille direct und consensuell auf Licht?

Nach dem früher Ausgeführten unterliegt die Antwort auf diese Frage keinen Schwierigkeiten, sobald sie zweifellos positiv ausfällt. Ob wir dann bei Tages- oder bei Lampenlicht, bei total, partiell oder gar nicht verdecktem zweiten Auge prüfen, bleibt gleichgültig; es genügt sogar in solchen Fällen (bei der Prüfung bei Tageslicht), wenn wir dasjenige Auge, dessen Reflexempfindlichkeit wir prüfen wollen, partiell statt total verdunkeln. Anders bei zweifelhaftem oder scheinbar negativem Resultat; dabei kann vor Bildung eines voreiligen endgültigen Urtheils nicht genügend gewarnt werden.

So möchte ich es nicht für vollkommen ausgemacht halten, dass in dem von A. v. Graefe (A. f. O. II, 2, S. 299) beschriebenen Fall von Ophthalmoplegia exterior perfecta bilateralis (Mauthner) bei gutem Sehvermögen wirklich beiderseitige Reflextaubheit bestanden habe. Die Prüfung der PR. auf Licht war so vorgenommen worden, „dass das Auge durch eine 6′ entfernte Lampe erleuchtet und der beschattende Körper selbst dicht vor der Lampe angebracht wurde“. Es ist nicht angegeben, ob im Dunkelzimmer geprüft wurde; aber selbst wenn dies, wie ja zweifellos anzunehmen ist, der Fall war, scheint es doch fraglich, ob der so erzielte Lichtcontrast ein genügender war. Wenn in der That die Lichtreaction vollständig fehlte bei normaler accommodativer Reaction, so mussten die Pupillen abnorm weit sein. Dies würde von einem Beobachter wie A. v. Graefe nicht unerwähnt geblieben sein. Ich citire diesen Fall speciell, weil er in der Literatur m. W. einzig dastehen würde als Vertreter der von Mauthner (Nuclearlähmung, S. 301) aufgestellten Gruppe von III.-lähmungen, wo bei Paralyse der von diesem Nerven versorgten exterioren Augenmuskeln Accommodation und accommodative PR. sich intact zeigen, die Lichtreaction dagegen gänzlich erloschen ist.

Muss trotz sorgfältigster Prüfung die Frage 3 vollständig verneint werden, so hat die Prüfung der accommodativen Reaction zu entscheiden, ob der Mangel des Reflexes aus beiderseitiger Reflextaubheit oder aus beiderseitiger Starre zu erklären ist (vgl. S. 3—7);

die noch folgenden Fragen (4—6) fallen dann weg. Dabei bleibt freilich zu bedenken, dass bei jahrelang bestehender oder angeborener doppelseitiger Amaurose + Reflextaubheit das Gefühl für Accommodation, und daher secundär auch die Accommodation selbst und die begleitende Iriscontraction verloren gegangen sein kann. Es scheint dieses sogar Regel zu sein (Graefe). Auch dann, wenn die Lichtreaction beider Pupillen auffallend träge oder schwach ausfällt, werden wir zum Vergleich die accommodative Reaction heranziehen. Contrahirt sich dagegen auch nur eine Pupille, und diese eine vielleicht nur direct oder nur consensuell, energisch und ausgiebig auf Lichteinfall, so sind wir mit Hülfe der alleinigen Prüfung der Lichtreaction im Stande, die Fragen 4—6 zu beantworten; die Prüfung der accommodativen Reaction kann höchstens die durch Prüfung der Lichtreaction gewonnenen Resultate bestätigen.

Die Frage 3 schliesst in sich die beiden Unterfragen:

3 a) Sind beide Pupillen beweglich?

3 b) Sind beide Augen reflexempfindlich?

Es schien jedoch nicht zweckmässig, die Hauptfrage durch die beiden Unterfragen zu ersetzen,

1) weil die Hauptfrage mehr enthält als die Unterfragen. Beide Pupillen können beweglich und beide Augen reflexempfindlich sein, ohne dass eine consensuelle PR. vorhanden ist (Fall Baumeister);

2) weil die Theilung in den beiden nächsten Fragen (4 und 5) durchgeführt ist.

Bei dieser Gelegenheit möge auf eine Nachlässigkeit hingewiesen werden, der wir in unzähligen Krankengeschichten begegnen. Bei einseitiger Starre, besonders wenn sie mit Pupillenerweiterung und Erblindung verbunden ist, fehlt fast stets eine Notiz darüber, ob das betr. Auge noch reflexempfindlich ist (ob das andere Auge noch consensuelle PR. aufweist).

Frage 4. Sind beide Pupillen gleich gut beweglich?

Diese Frage haben wir eo ipso im bejahenden Sinne beantwortet, sobald wir Isocorie diagnosticirt haben (vgl. Frage 1). Be-

zeichnen wir mit a_1 die Weite, während beide Augen schwaeher, mit c die Weite, während beide Augen intensiver Beleuchtung ausgesetzt sind (cf. S. 53), so haben wir in $\frac{a_1}{c}$ ein Maass für die Beweglichkeit der Pupillen. Dies ist offenbar bei Isocorie, wie wir sie oben definirt haben, für beide Augen gleich.

Bei Anisocorie kann es auch vorkommen, dass z. B. $\frac{a_1}{c}$ links $= \frac{4}{2}$, rechts $= \frac{6}{3}$, die Beweglichkeit beider Pupillen mithin gleich gut ist; in der Regel aber werden wir, zumal bei erworbener Anisocorie, Differenzen in der beiderseitigen Beweglichkeit constatiren, und zwar wird die Pupille mit abnorm veränderter absoluter Weite meist auch am wenigsten beweglich sein. Auf alle Fälle ist aber bei Anisocorie die Beurtheilung, ob die Beweglichkeit beiderseits gleich ist, sehr schwer, sofern nicht sehr erhebliche Differenzen vorliegen.

Frage 5. Sind beide Augen gleich reflexempfindlich?

Zur Erledigung dieser Frage bedarf es — wenn nicht ganz exceptionelle Verhältnisse wie in dem Fall von Baumeister vorliegen — nur der freien Beweglichkeit einer Pupille. Zeigt diese gleich ergiebige directe und consensuelle Contraction, so bejahen wir unsere Frage. Auch bei Anisocorie mit beiderseits erhaltener Beweglichkeit der Pupillen entscheiden wir die Frage durch Vergleich der directen und consensuellen Reaction ein und derselben Pupille*). Besteht Isocorie, so stellen wir am besten die beiden consensuellen Reactionen mit einander in Parallele, jede natürlich als Maassstab für die Reflexempfindlichkeit des anderen Auges nehmend. Lässt sich eine consensuelle Reaction überhaupt nicht mehr nachweisen, so bleibt nur der Vergleich der beiderseitigen directen Contractionen, der natürlich nur unter der unbedingten

*) Genau genommen kann bei Anisocorie die Reflexempfindlichkeit beider Augen nicht gleich sein, weil (unter der Voraussetzung gleicher Reflexempfindlichkeit der Retinae) durch Occlusion der weiteren Pupille mehr Licht von den Reflexcentren abgeblendet wird, als durch Occlusion der engeren Pupille.

Voraussetzung absoluter Isoeorie einen vergleiehenden Schluss auf die Reflexempfindliehkeit der Retinae gestattet. In der Regel ist dasjenige Auge als das pathologiseh veränderte anzusehen, dessen RE. herabgesetzt ist. Doeh kann das Vorkommen einseitig erhöhter RE. a priori nieht in Abrede gestellt werden. Isoeorie und versehiedene Reflexempfindliehkeit beider Augen sehliessen sich nieht aus, ebensowenig Anisoeorie und gleiehgute Reflexempfindliehkeit beider Augen.

Die 6. Frage: „Wie ergiebig ist die Reaetion, und in weleher Zeit erfolgt sie?“

verhält sieh zu den beiden vorhergehenden, wie die 2. (welehes ist die mittlere Weite der Pupillen?) zur 1. (sind beide Pupillen gleieh weit?). Wie die mittlere Weite, so unterliegt aueh der Grad der Beweglichkeit der Pupillen, aueh abgesehen vom Einfluss des Alters, so bedeutenden individuellen Sehwankungen, dass aus dem absoluten Maass derselben immer nur mit Reserve auf pathologisehe Zustände gesehlossen werden darf. Besteht dagegen Anisoeorie oder reagiren die Pupillen versehieden stark auf Erhellung des reehten und linken Auges, so haben sie stets pathognomisehe Bedeutung. Um den Grad der refleetorisehen Pupillenverengerung zu bezeiehnen, bedienen wir uns, ähnlieh wie für die mittlere Weite, allgemeiner, zum Theil reeht unbestimmter und subjeetiver Prädieate; wir nennen die Reaetion ausgiebig, normal, mittelmässig, mässig, sehwaeh, kaum merklieh ete.; daneben einher laufen Ausdrüeke wie sehnell, prompt, exaet, träge, langsam und so fort, welehe die Gesehwindigkeit des Ablaufs der Bewegung kennzeiehnen sollen. Auf die Gefahren, denen wir bei der Beurtheilung der Ausgiebigkeit sowohl wie der Gesehwindigkeit der PR. ausgesetzt sind, und die vor Allem in Uebersehätzung der Reaetion einer weiten, Untersehätzung der Reaetion einer engen Pupille bestehen, ist oben (S. 11 ff.) bereits hingewiesen worden. Wollen wir genauere, objeetivere Angaben über den Grad der PR., so müssen wir die Weite der Pupillen bei versehiedenen Beleuehtungsintensitäten messen und daraus den Grad der Reaetion bereehnen. Darüber im näehsten Capitel!

Unter den 6 Fragen sind es wesentlich 2, deren Beantwortung uns bei jeder Prüfung der PR. obliegt, nämlich

1) Besteht Isoeorie? und

5) Sind beide Augen gleich reflexempfindlich?

Wenn wir bei jeder Prüfung die exaete Erledigung dieser beiden Fragen im Auge behalten, wird uns nieht leieht eine Abnormität im Verhalten der Pupillen entgehen.

II.

Messung der Pupillarreaction auf Licht.

1. Was messen wir?

Der Sphincter iridis repräsentirt mit grösster Wahrscheinlichkeit die einzige Kraft, welche beim Zustandekommen der reflectorischen Irisbewegung auf Lichtreize activ betheiligt ist. Da derselbe eingelagert ist in den Pupillarsaum der Iris, so liefert uns die Weite der Pupille einen directen Maassstab zur Beurtheilung des Contractionszustandes des Muskels. Wenn wir, statt den jedesmaligen Umfang der Pupille zu berechnen, uns mit der Messung des (horizontalen) Durchmessers begnügen, so begehen wir, wegen des constanten Verhältnisses zwischen beiden, keinen practisch bedeutsamen Fehler. Auch der Umstand, dass wir nicht die wahre Weite der Pupille, sondern die Grösse ihres Hornhautbildes sehen und messen, ist aus dem gleichen Grunde practisch unwichtig. Es haben daher alle Autoren, welche sich mit der Messung der Pupillenweite beschäftigt haben, sich mit Messung des Durchmessers zufrieden gegeben. Nur Rembold (l. c. S. 51) hält Messungen für werthlos, welche nur den Pupillendurchmesser und nicht auch den Rauminhalt der Iris berücksichtigen, weil das die Verkleinerung resp. Vergrösserung der Pupille bedingende Moment Zu- resp. Abnahme des Rauminhaltes der Iris sei. Zugegeben! Aber die Zu- resp. Abnahme des Irisvolums ist doch ihrerseits bedingt durch die Contraction resp. durch den Nachlass der Contraction des M.sphincter. Zumal wenn wir den Einfluss des Lichtes oder der Accommodation auf die Pupillenweite eruiren wollen, dürfen wir uns mit Messung des horizontalen Durchmessers des Hornhautbildes der Pupille begnügen; denn das Verhältniss dieses Durchmessers vor Be-

ginn und nach Beendigung der Verengerung wird genau dasselbe sein, wie das Verhältniss der Länge des M.sphincter vor und nach der Pupillencontraction.

Der numerische Werth für den Grad der PR. auf Licht, wie wir sie schätzen, wird dargestellt durch einen Bruch, dessen Zähler gleich ist der Ausgangsweite (relativen Maximalweite), und dessen Nenner gleich ist der (relativen) Minimalweite (cf. S. 10). Nun verbleibt aber eine Pupille im Zustande der Minimalweite nur einen Bruchtheil einer Secunde, eine zu kurze Zeit, als dass — mit den gewöhnlichen Hülfsmitteln — eine Messung der Weite mit hinreichender Genauigkeit bewerkstelligt werden könnte. Wir thun daher besser, zur Messung statt der Minimalweite die Finalweite zu wählen und den Grad der Reaction demnach gleich der Ausgangsweite dividirt durch die Finalweite zu setzen.

Um feste, unter sich vergleichbare und für ein und dieselbe Pupille sich gleichbleibende Werthe zu erhalten, ist es aber nun nöthig, der Messung eine bestimmte Prüfungsmethode zu Grunde zu legen. Am besten eignet sich dazu die folgende, die eine Vereinigung der Prüfung bei vollständig verdecktem und der Prüfung bei offenem zweiten Auge darstellt, und der ich aus diesem Grunde den Namen „combinirte Methode“ beilegen möchte.

Der zu Untersuchende hält (in einem hellen Zimmer) sein rechtes Auge mit einem wirr zusammengelegten Tuche zu; ich verschliesse sein linkes durch meine rechte Hohlhand. Die Weite, welche die linke Pupille in diesem Zustand annimmt, stellt die erste Constante, *a*, dar, die Ausgangsweite oder Maximalweite bei Verschluss des zweiten Auges, zugleich die absolute Maximalweite der Pupille (unter physiologischen Verhältnissen). — Nun lasse ich das linke Auge frei, seine Pupille contrahirt sich auf ihre Minimalweite (bei Verschluss des zweiten Auges), schlägt zurück und erreicht nach mehreren Oscillationen ihre endgültige Weite, die Finalweite bei Verschluss des zweiten Auges. In ihr sehen wir die zweite Constante, *b*, die zugleich die Ausgangsweite für die Prüfung bei offenem zweiten Auge bildet. Nun gibt der Untersuchte auch sein rechtes Auge dem Lichte frei; ich beobachte die (linke) Pupille weiter, die nunmehr unter dem Einfluss des doppelten Lichtreizes in die Minimalweite bei offenem zweiten Auge (zugleich ihre absolute Mini-

malweite unter dem Einfluss des Liehtes bei entspannter Aeeommodation) und aus dieser in die Finalweite bei offenem zweiten Auge übergeht. Letztere stellt die dritte Constante, c, dar.

Wir haben so für die linke Pupille drei Werthe gefunden, a, b und c; a repräsentirt die Weite, während beide Augen verdunkelt sind; b die Weite, während das reehte Auge verdeckt, das linke erhellt ist; c die Weite, während beide Augen dem Einfluss des Liehtes ausgesetzt sind. $\frac{a}{b}$ ist die direete Reaetion der linken Pupille, geprüft bei verdeektem zweiten (rechten) Auge; $\frac{b}{c}$ ist die eonsensuelle Reaetion der linken Pupille, geprüft bei offenem zweiten (jetzt linken) Auge; $\frac{a}{c}$ würde das Gesammtmaass der (messbaren) Beweglieh keit darstellen, deren die Pupille überhaupt unter dem Einfluss weehselnder Beleuehtungsintensität fähig ist, die summarisehe PR. auf Lieht. (Ein vierter Werth, d, würde die Weite bei aeeommodativer Thätigkeit, $\frac{c}{d}$ den Grad der aeeommodativen PR. ausdrücken.)

Die obige, als „eombinirte“ bezeiehnete Prüfungsmethode ist dieselbe, wie die von Mauthner angegebene, die wir früher (S. 14) als unzulässig bezeiehnet haben für den Fall, dass wir die so erhaltene direete PR. mit der eonsensuellen vergleiehen wollen. In der That dürfen wir nieht erwarten, dass normaliter $\frac{a}{b} = \frac{b}{c}$ ist, es muss grösser sein als $\frac{b}{c}$, weil die Ausgangsweite der Pupille grösser ist; allein die Differenz zwisehen $\frac{a}{b}$ und $\frac{b}{c}$ wird auf der anderen Seite doeh nieht so gross sein, als wir naeh vergleiehender Sehätzung des Grades der Reaetion bei verdeektem und desjenigen bei offenem zweiten Auge erwarten; denn der Rückschlag (die Differenz zwisehen Minimal- und Finalweite), der bei der Sehätzung der PR. mit berüeksiehtigt wird, bei der Messung hingegen in Abzug kommt, ist ja aueh bei der Prüfung bei verdeektem zweiten Auge ausgiebiger als bei der Prüfung bei offenem zweiten Auge. Aus der Vernachlässigung jenes Rüeksehlags resultirt es ferner, dass wir mit

Hülfe der Messung einen geringeren Grad der Reaction constatiren, als wir bei der Schätzung des Grades diagnosticiren würden, und dass unter Umständen, besonders bei sehr herabgesetzter Reflexempfindlichkeit beider Augen, die Messung gar keine Reaetion mehr $\left(\frac{a}{b} = \frac{b}{c} = \frac{a}{c} = \frac{1}{1}\right)$ naehweist, während die Beobaehtung noch eine zweifellose Verengerung ergibt. (Es ist dann die Maximalweite = der Finalweite; dic Minimalweite kleiner als beide.)

Bei normalen Pupillarverhältnissen (Isocorie und gleichgute Reflexempfindlichkeit beider Augen) sind die Werthe a, b und c für beide Pupillen gleich; $\frac{a}{b}$ ist das Maass der direeten und eonsensuellen PR. beider Augen, gemessen bei verdeektem zweiten Auge, $\frac{b}{c}$ das gleiehe, gemessen bei offenem zweiten Auge.

Um den Werth a des linken Augcs zu messen, sind wir zu der Concession genöthigt, auf dieses letztere soviel Lieht fallen zu lassen, als zum deutliehen Erkennen seiner Pupillengrenzen erforderlich ist, während das rechte Auge natürlich ganz verdeekt bleibt. Diese Lichtmenge muss, falls nieht Reflextaubheit oder Starre vorliegt, eine reflectorisehe Verengerung der Pupille hervorrufen. Es wird also der gemessene Werth a etwas kleiner ausfallen, als der wahre Werth a betragen würde; ein zweiter Grund, warum bei der Messung der PR. das Verhältniss von $\frac{a}{b} : \frac{b}{c}$ zu Gunsten von $\frac{b}{c}$ versehoben wird, und warum die mittelst Messung gefundene summarische PR. $\left(\frac{a}{c}\right)$ nieht vollständig das Maass der Grössenveränderung wiedergibt, deren die Pupille unter dcm Einfluss des Liehtes fähig ist. Da die peripheren Partieen der Netzhaut, wenn überhaupt, so jedenfalls ungleieh weniger reflexempfindlich sind als das Centrum, so werden wir den in Rede stehenden, unvermeidlichen Fehler dadureh auf ein mögliehst geringes Maass reduciren, dass wir die Messung im Dunkelzimmer vornehmen und dic Erhellung des Auges dureh eine seitlich, und zwar aussen von ihm, in einem Winkel von c 80° zu seiner Blicklinie, befindliche Liehtquelle bewerkstelligen.

Zum Erkennen der Pupillengrenzen gehört um so mehr Licht, je weniger die Farbe der Iris gegen die Farbe der Pupille contrastirt, also am meisten bei dunkelbrauner, am wenigsten bei hellblauer oder hellgrauer Iris. Bei Cataract ist es umgekehrt. Besonders erschwert ist mitunter die Unterscheidung, wenn, bei normaler Pupillenfarbe, der Pupillarsaum der Iris in grösserer Ausdehnung als gewöhnlich von schwarzem Pigment, der Fortsetzung des Tapetum nigrum, eingefasst wird. — Sollen wir nun die zum Erkennen nöthige Lichtmenge jedem einzelnen Individuum anpassen? Dann erhalten wir bei dunkler Iris einen relativ zu kleinen, bei heller Iris einen relativ zu grossen Werth für *a*. Oder sollen wir ein für allemal die zum Messen jeder Pupille ausreichende Lichtintensität (*x* Normalkerzen oder Meterkerzen) feststellen und die Messung des Werthes *a* immer bei dieser bestimmten Beleuchtung vornehmen? Die Grösse des gemessenen Werthes *a* entfernt sich dann bei Helläugigen mehr vom wirklichen Werth *a* als bei jener Manier; allein wir bekommen so nicht wie dort rein individuelle, sondern fixe, unter sich vergleichbare Werthe. Wissenschaftlicher ist zweifellos die letztere Methode, praetisch leichter durchführbar die erstere. Und der Fehler, den wir bei dieser (ersteren) in Kauf nehmen, wird vielleicht ausgeglichen durch ein Moment, auf das Schweigger (Berl. Klin. W. 1866, No. 1) aufmerksam gemacht hat, und das ich bestätigen kann, dass nämlich Erleuchtung peripherer Netzhauttheile bei pigmentreichen Individuen mitunter gar keine, wo doch, so jedenfalls eine geringere Pupillencontraction auslöst, als bei pigmentarmen Individuen, weil bei jenen die an dem Pigmentreichthum partieipirende Chorioidea mehr Licht absorbirt und daher weniger Licht auf die Retina reflectirt.

Für die Werthe *b* und *c* entsteht wieder die Frage: Bei welcher Beleuchtung messen wir? Wählen wir dazu das diffuse Tageslicht, so erhalten wir in dem Werth *c* die „mittlere Weite“ der Pupillen („die Weite, während beide Augen bei entspannter Accommodation dem Einfluss des diffusen Tageslichtes ausgesetzt sind“). Leider ist aber das Tageslicht eine wenig constante Grösse. Nach den Untersuchungen von Leonh. Weber schwankt die Mittagsbeleuchtung im Jahre zwischen 579 und 69 180 Meterkerzen (cf. H. Cohn, Berl. Klin. W. 1885, No. 51). Wenn wir indess die

Extreme vermeiden, speciell niemals eine Blendung erzeugende Beleuchtung benutzen, also nie sonnigen Himmel oder sonnbeschienene Flächen fixiren lassen, so ist der Einfluss wechselnder Tageshelligkeit auf die Pupillenweite kein sehr bedeutender. Man constatirt normaliter selten Differenzen von mehr als 0,6 Mm. Die Anwendung künstlichen Lichtes hat zunächst — weil wir auch den Werth *a* bei künstlichem Licht messen — den Vorzug der Bequemlichkeit für sich; zweitens, falls wir über alle nöthigen Hülfsmittel verfügen, den Vorzug genauer Normirbarkeit unserer Lichtquelle. Es müsste unser Bestreben sein, eine gleichmässige diffuse Zimmerbeleuchtung herzustellen, deren Intensität derjenigen des mittleren Tageslichtes gleichkommt. Mit electrischem Licht dürfte dies leicht zu erzielen sein. Gaslicht steht dem Tageslicht an Leuchtkraft zu weit nach. Wenn wir eine helle Gasflamme fixiren lassen, werden allerdings normale Pupillen so eng oder noch enger als bei Tageslicht; allein es sind dann aus früher erörterten Gründen die Irisbewegungen so lebhaft und ausgiebig, dass es oft genug unserer Willkür überlassen bleibt, welchen Moment wir als Ausdruck der dem Grade der Beleuchtung entsprechenden mittleren Weite betrachten wollen. Ausserdem erscheint uns, wenn die Schlinie des Untersuchten mit unserer eigenen nicht zusammenfällt, die normaliter (annähernd) kreisrunde Pupille als senkrechtes Oval, das Maass für den horizontalen Durchmesser wird zu klein ausfallen. In vielen Fällen von pathologisch herabgesetzter Reflexempfindlichkeit erweist sich das Gaslicht, selbst wenn die Flamme fixirt wird, als zu schwach zur Hervorrufung einer Contraction, während das diffuse Tageslicht noch einen relativ energischen Pupillarreflex auszulösen im Stande ist (cf. S. 62 f. Leber-Deutschmann's Fall am 13. VIII und meinen Fall Liebmann). Umgekehrt gibt sich bei Reizungszuständen die Empfindlichkeit des Auges gegen künstliches Licht zuweilen dadurch kund, dass der Werth *a*, bei Lampe gemessen, kleiner ausfällt als der Werth *b*, bei Tageslicht gemessen, und dergleichen.

2. Wie messen wir?

Soll jemals die Pupillenmessung practische Bedeutung gewinnen, so muss die Methode der Messung eine einfache sein. Alle complicirten Apparate, Ophthalmometer etc. werden nicht in Betracht kommen. Ausserdem sind wir in der Wahl der Methode dadurch beschränkt, dass wir den Werth *a* bei möglichst geringer Beleuchtung messen wollen. Die Beobachtung der Pupille mittelst Fernrohrs, deren sich Schadow (l. c.) bediente, erfordert, wie der Autor wiederholt bemerkt, eine ziemlich intensive Beleuchtung. Dieselbe leidet, wie mir scheint, auch noch an dem Fehler, dass das Messinstrument sich in zu grosser Entfernung (1 Meter!) von dem untersuchten Auge befindet; die geringste Bewegung des letzteren muss sich dabei sehr störend geltend machen.

Bjerrum (A. f. O. XXX, 2, S. 247) verglich die Pupillenweite mit den Löchern der Charrière'schen Scala zur Bestimmung des Kalibers von Bougies; auch Schadow gedenkt dieser Methode. Die einfachste (und älteste) Art und Weise dürfte die directe Messung der Pupillenweite mittelst Zirkels sein. Die Nachtheile, die ihr im Vergleich zu anderen Methoden anklcben, sind, zum Theil wenigstens, illusorischer Natur. Etwaige Verletzungen der Augen mittelst der Zirkelspitzen kommen bei sorgfältiger Handhabung nicht vor; ausserdem thut es der Genauigkeit der Messung keinen Eintrag, wenn die Spitzen ein wenig abgerundet sind. Die letzteren sollen ausserdem matt geschliffen sein, damit die Genauigkeit der Beobachtung nicht durch den Zirkelreflex beeinträchtigt wird; der Cornealreflex wirkt schon störend genug*). Die Berührung der Wangenfläche des Untersuchten hat, nach den früheren Auseinandersetzungen, keinen nennenswerthen Einfluss auf die Weite der Pupillen; eher noch möchte bei ängstlichen Individuen das psychische Moment, die Furcht mit den Zirkelspitzen in Collision zu gerathen, eine Rolle spielen. — Alle übrigen Fehlerquellen resultiren nicht aus der

*) Besonders, wenn man bei Tageslicht misst und die Fensterrahmen und -scheiben sich auf der Hornhaut spiegeln.

Methode der Messung, sondern aus der Natur des zu messenden Objectes. Die grössten Schwierigkeiten erwachsen immer aus den Bewegungen des untersuchten Auges und speciell aus den theils willkürlichen (accommodativen), theils unwillkürlichen Oscillationen der Pupille. Die dadurch bedingten Fehlerquellen lassen sich, wie schon angedeutet, auf ein relativ kleines Maass reduciren, wenn wir bei diffuser Beleuchtung messen und während dessen das zu messende Auge in unser messendes Auge blicken lassen. Die Accommodation ist dabei, wie auch Schadow bemerkt, ähnlich wie bei der ophthalmoscopischen Untersuchung, regelmässig entspannt; denn stets lässt sich (während der Messung des Werthes *c*) durch die Aufforderung, einen nahen Gegenstand, etwa die Pupille unseres messenden Auges, zu fixiren, eine (accommodative) Pupillenverengerung hervorrufen. Bei kleinen Kindern und anderen Individuen, welche nicht im Stande sind, einige Secunden lang eine bestimmte Blickrichtung beizubehalten, ist die Messung der Pupillen überhaupt nicht ausführbar.

3. Eigene Messungen.

Ich habe im Frühjahr 1882 die Augen der Schüler der Idar-Obersteiner Realschule II. Ordnung — Knaben im Alter von 9—16 Jahren — untersucht und mit der Bestimmung der Refraction und Sehschärfe eine Prüfung und Messung der PR. nach den oben angegebenen Principien verknüpft. Nebenbei notirte ich die Farbe der Iris und die Grösse ihres Durchmessers. Von der Pupille machte ich mir zunächst bei Tageslicht eine allgemeine Bemerkung 1) über ihre mittlere Weite — etwaige Anisocorie wurde bei dieser Gelegenheit festgestellt —; 2) über den Grad der Reaction, geprüft nach der combinirten Methode. Die Messungen der Pupille nahm ich — zeitlich getrennt von der Vorprüfung — bei Gaslicht in übrigens absolut dunklem Zimmer vor, und zwar mittelst eines incl. Handgriffs 10 cm langen Federzirkels, dessen Branchen in Nadeln mit etwas abgestumpfter Spitze ausliefen. Die Maasse wurden auf einem Transversalmaassstab mit $^1/_{10}$-mm-Theilung abgelesen und von einem Assistenten in die Tabellen eingetragen. Der Un-

tersuchte sass während der Messung mir gegenüber in einem Sessel mit geeigneter Kopfstütze, zu seiner Linken die Lampe, deren Flamme, von einem Glascylinder umgeben, in gleicher Höhe mit seinen Augen sich befand. Ich beobachtete mit dem rechten Auge bei zugekniffenem linken. Meine linke Hand hielt die Branchen des Zirkels an die Wange des Untersuchten angedrückt und näherte die Spitzen dem Bulbus soweit, als es ohne Berührung der Cilien thunlich war. Nun liess die rechte die Schraube spielen, bis die Spitzen des Zirkels mit den beiden Endpunkten des horizontalen Pupillendurchmessers zusammenzufallen schienen*). Für die Bestimmung der einzelnen Werthe, *a*, *b* und *c*, wurden, vorausgesetzt, dass beide Pupillen gleich weit waren, noch folgende Details beobachtet:

a. Das rechte Auge ist verbunden, das linke blickt nach meiner (r.) Pupille. Der Lampencylinder ist von einem zweiten, undurchsichtigen Cylinder umgeben und nach oben und unten überragt. Derselbe zeigt an einer Seite in der Höhe der Flamme eine quadratische Oeffnung. Das durch letztere dringende Licht wird von einem an dem äusseren Cylinder befestigten Planspiegel aufgefangen und aus einer Entfernung von c. 30 cm in einem Winkel von c. 80° zur Fixirlinie auf das linke Auge reflectirt. Nun wird die Gasflamme so tief geschraubt, dass eben noch die Umrisse der zu messenden (l.) Pupille scharf erkennbar sind.

b. Das rechte Auge bleibt verbunden, das linke blickt nach der unverhüllten (nur mehr vom Glascylinder umgebenen), hellbrennenden, jedoch nicht flackernden Gasflamme, die wiederum in c. 30 cm Entfernung von ihm, jetzt neben (und hinter) meinem rechten Ohr sich befindet. Die linke Pupille wird gemessen.

c. Beide Augen sind offen und sehen, wie bei b., an meinem rechten Ohr vorbei nach der freien Gasflamme. Bei Messung der linken Pupille würde ich Gefahr laufen, mit meinem eignen Kopf das rechte Auge zu beschatten, ich messe daher die rechte Pupille, was ja bei Pupillengleichheit von keinem Belang ist. —

---

*) Die Zirkelspitzen liegen genau genommen in den seitlichen Begrenzungslinien eines Kegels, dessen Basis die Pupille des Untersuchten, dessen Spitze der Knotenpunkt meines (r.) Auges bildet; die Verbindungslinie beider ist also etwas kleiner als der (scheinbare) horizontale Pupillendurchmesser, mithin vielleicht = dem wahren.

Die gefundenen Werthe a, b und c gelten für beide Augen. Bei Anisocorie jedoch und bei verschiedener Reflexempfindlichkeit beider Augen ist jede Pupille zu messen, unter Beachtung gewisser Modificationen, auf die ich später zurückkomme.

Welche mannigfachen Fehlerquellen die geübte Methode in sich birgt, geht aus dem früher Gesagten hervor. Wenn ich mir trotzdem erlaube, die Resultate der sehr zeitraubenden Arbeit mitzutheilen, so geschieht es, weil vorläufig keine genaueren Messungen der Pupillar-Reaction vorliegen, und weil die nach einer gemeinsamen Methode gefundenen Maasse immerhin, wenigstens zu einem Vergleich untereinander, einigen Werth besitzen dürften.

Die Zahl der untersuchten Schüler war 172. Dieselben gehören vorwiegend ländlicher Bevölkerung an, bewegen sich viel im Freien und haben neue, helle, luftige Schulräume. Sehschärfe und Refraction wurden functionell, mit Hülfe Snellen'scher Schriftproben bestimmt. In zweifelhaften Fällen wurde der Augenspiegel, ev. auch Atropin zu Hülfe genommen. Jedes Auge wurde einzeln, für Nähe — zur vorläufigen Orientirung — und Ferne geprüft. Wurde von einem Schüler in 4—6″ noch feinste Schrift, in Ferne Sn $\frac{20}{XX}$ oder mehr gelesen und bei Bewaffnung beider Augen mit einem schwachen Convexglas $\left(+\frac{1}{60}\right)$ Verschlechterung der S. angegeben, so nahm ich Emmetropie an. Einzelne Fälle von schwacher latenter Hyperopie mögen mir so entgangen sein. Die Kurzsichtigen unterschied ich dem Grade nach in Stark- $\left(\frac{1}{10}\right.$ oder mehr$\left.\right)$, Mittel- $\left(\frac{1}{11} - \frac{1}{24}\right)$ und Schwach- $\left(\frac{1}{30} - \frac{1}{60}\right)$ kurzsichtige. Ametropieen von $\frac{1}{60}$ wurden noch notirt, schwächere Grade der Emmetropie zugezählt. Bei Anisometropie entschied für die Rubricirung die bessere Sehschärfe, bei beiderseits gleicher Sehschärfe der geringere Grad von Anisometropie. Es ist vielleicht nicht überflüssig zu erwähnen, dass während der Prüfung nie mehr als ein Schüler im Untersuchungszimmer anwesend war. Die Resultate der Refractionsbestimmung sind, nach Classen geordnet, folgende:

	Schüler-zahl	*E*	%	*H*	%	*M*	%	*A*	%
Prima . .	31	10	32,26	2	6,45	15	48,39	4	12,90
Secunda .	20	9	45,00	—	—	8	40,00	3	15,00
Tertia . .	17	14	82,35	—	—	2	11,76	1	5,88
Quarta . .	45	27	60,00	2	4,44	9	20,00	7	15,55
Quinta . .	33	19	57,58	4	12,12	8	24,24	2	6,06
Sexte . .	26	22	84,61	1	3,85	2	7,69	1	3,85
Summa . .	172	101	58,72	9	5,23	44	25,58	18	10,47

Anisometropie war 57 mal vertreten (= 33,14 %). Darunter sind 4 Fälle, in welchen das eine Auge in einem Meridian stärker, in dem darauf senkrecht stehenden schwächer myopisch ist als das andere. Die restirenden 53 Fälle bestätigen nicht die Angabe, nach welcher die Myopie das rechte Auge bevorzugen soll; gleichgültig ob man die geringen Differenzen der Refraction $\left(< \frac{1}{40}\right)$ mit berücksichtigt oder nicht.

Es war nämlich	Summa	Die Diff. war $< \frac{1}{40}$		Die Diff. war $\frac{1}{40}$ od. $>$		Die Diff. war in beiden Meridianen verschieden gross
		in einem Meridian	in beiden Meridianen	in einem Meridian	in beiden Meridianen	
1) das linke Auge stärker myopisch	26 mal	1 mal	10 mal	—	9 mal	6 mal
2) das rechte Auge stärker myopisch	27 mal	8 mal	12 mal	—	6 mal	1 mal

Auffallend häufig allerdings bestand die Differenz in schwachem myopischem Astigmatismus des rechten Auges. In den 8 Fällen war es 6 mal der horizontale, 2 mal der verticale Meridian, der, nach Bewaffnung des Auges mit dem die Ametropie des linken Auges bestcorrigirenden Glase, noch einer schwachen Concavlinse zum Ausgleich seines Refractionsfehlers bedurfte.

Von den 344 Augen besassen nach Correction der Ametropie 291 (= 84,6 %) normale oder übernormale Sehschärfe $\left(\frac{20}{20} - \frac{20}{12}\right)$, die übrigen 53 (= 15,4 %) erreichten die Norm nicht. Die binoculare

Von den Astigmatikern waren						Von den Myopen waren					
Am	%	*Ah*	%	*Amh*	%	stark	%	mittel	%	schwach	%
4	12,90	—	—	—	—	5	16,13	2	6,45	8	25,81
2	10,00	—	—	1	5,00	1	5,00	—	—	7	35,00
1	5,88	—	—	—	—	—	—	1	5,88	1	5,88
3	6,67	2	4,44	2	4,44	—	—	4	8,89	5	11,11
2	6,06	—	—	—	—	—	—	1	3,03	7	21,21
—	—	—	—	1	3,85	—	—	—	—	2	7,69
12	6,98	2	1,16	4	2,33	6	3,49	8	4,65	30	17,44

Sehsehärfe war = 1 oder mehr bei 156 von den 172 (90,7 %), bei 16 (= 9,3 %) sehwankte sie zwisehen $\frac{20}{20}$ und $\frac{20}{40}$ $\left(\text{einmal nur } \frac{20}{50}\right)$. Prima Sehsehärfe, d. h. auf jedem einzelnen Auge sowohl wie binocular $\frac{20}{15}$ bis $\frac{20}{12}$ hatten 38 (= 22,1 %); davon gehörten 12 (= 17,6 %) den drei oberen, 26 (= 25 %) den drei unteren Classen an. Höhere Grade von Sehsehärfe als $\frac{20}{12}$ wurden überhaupt nieht gefunden.

Die Farbe der Iris war blau 74 mal (43 %), braun 54 mal (31,4 %), braungrün 21 mal (12,2 %), grünlieh 11 mal (6,4 %), grau 4 mal (2,3 %), graugrün, blaugrau und blaugrün je 2 mal (je 1,16 %). Die als „braungrün" bezeiehneten Irides enthalten grünes Pigment in das braune eingelagert, gewöhnlieh derart, dass die braune Grundfarbe der Iris nur in der Peripherie rein hervortritt, während der Pupillarsaum in mehr oder weniger grosser Ausdehnung einen grünliehen Sehimmer zeigt. Zählt man diese Abart den rein braunen Regenbogenhäuten zu, so ergibt sieh derselbe Proeentsatz (43) für die braunen wie für die blauen Augen, in Summa 86,6 %. Der Rest ist grün und gräulieh. Es bleiben zwei Fälle (1,16 %), wo Differenzen in der Färbung hervortraten: das eine Mal war die Iris: rechts braungrau, links reinbraun, das andere Mal: rechts dunkelbraun, links obere Hälfte hellbraun, untere blaugrün. Ein wirklieher Heterophthalmus kam mir nicht zu Gesieht.

Anisoeorie fand ieh 10 mal (= 5,8 %). Die notirten Zahlen sind unbrauehbar, weil ich die Werthe *a* und *b* in der gewöhnliehen

Weise, bei vollständigem Verschluss des anderen Auges gemessen habe (cf. S. 53).

Pupillenstarre wurde nie beobachtet.

Bei der vergleichenden Zusammenstellung der für die Pupillenweite der Einzelindividuen gefundenen Werthe wurden in die allgemeine Summe nicht mit einbezogen alle Fälle, welche behaftet waren mit:

1) Anisoeorie,
2) erheblicher Anisometropie $\left(\frac{1}{24}\text{ und mehr}\right)$,
3) subnormaler binocularer Sehsehärfe $\left(\text{kleiner als } \frac{20}{20}\right)$,
4) Reizungszuständen des Auges, meist Conjunctivitiden und Blepharitiden, deren grösstes Contingent auf die sehwach myopischen Augen fällt,
5) Trübungen der breehenden Medien,
6) Astigmatismus höheren Grades. Die häufigen Fälle von Astigmatismus $\frac{1}{60}$ (7) dagegen wurden derjenigen Refraetionsclasse zugezählt, zu welcher sie ohne den Astigmatismus gehört hätten.

Dureh Ausschaltung dieser Fälle reducirt sieh die Summe der brauchbaren von 172 auf 120.

	E	*H*	*M*	*A*	*Am*	*Ah*	*Amh*	*Mst.*	*Mm.*	*Msch.*	Summa
Summa I	101	9	44	18	12	2	4	6	8	30	172
	—20	—5	—16	— 5	— 1	—1	—3	—1	—3	—12	— 46
	+ 1	+1	+ 5	— 7	— 6	—1			+3	+ 2	
Summa II	82	5	33	6	5	0	1	5	8	20	126

In der Summe von 126 sind noeh die 6 Astigmatiker einbegriffen, die in der Hauptsumme der naehfolgenden Tabelle (S. 42 u. 43) nicht mitfiguriren.

Zum Verständniss der Tabelle ist zu bemerken: Aus den für jeden Schüler durch die Messung gefundenen Einzelwerthen a, b und c wurden die Einzelwerthe $\frac{a}{c}$, $\frac{a}{b}$ und $\frac{b}{c}$ berechnet. (Als Nenner ist in der Tabelle

100 gesetzt statt 1). Summirung der Einzelwerthe (sowohl von a, b und c, als auch von $\frac{a}{c}$, $\frac{a}{b}$ und $\frac{b}{c}$) und Division der Summe durch die jedesmalige Zahl der in Betracht kommenden Untersuchten ergab die in der Tabelle verzeichneten Durchschnittswerthe. Die Maximal- und Minimalwerthe illustriren die ungemeinen individuellen Verschiedenheiten, sowohl betr. der absoluten Weite als betr. des Reactionsgrades der Pupillen; sie zeigen, dass in jeder Gruppe hohe und niedere Zahlen vertreten sind, und dass es daher kinderleicht sein würde, mit einem blauäugigen Myopen mit S = 1 und weiter Pupille einen braunäugigen Hyperopen mit S = 1 und enger Pupille in Parallele zu stellen etc., um daraus die Folgerung abzuleiten, dass jedenfalls im Einzelfalle aus der Weite der Pupille auf den Refractionszustand nicht geschlossen werden kann.

Die mit * bezeichneten mehrmals wiederkehrenden Maximalwerthe für a, b und c: 8,8, 7,8 und 6,6 gehören einem Individuum an, einem 12-jährigen, schwarzhaarigen und braunäugigen Emmetropen mit bds. S. = $\frac{20}{12}$, bei dem ein Grund für diese auffallende Weite nicht nachweisbar war. Es mag als treffendes Beispiel an Stelle vieler anderer hervorgehoben werden, dass ich in meiner vorläufigen Bemerkung die PR. dieses Knaben als „ausgiebig“ bezeichnet hatte. $\frac{a}{c}$ = 133! Sieht man von diesem einen Knaben ab, so ergeben sich für die Rubriken 2, 3, 5, 7 und 10 die Werthe 8,4, 7,4 und 6,0, für die Rubrik 16 die Werthe 8,0, 6,8 und 6,0 als Maximalwerthe von a, b und c.

4. Resultate der Messungen.

Dass die mit Hülfe der Messung gefundenen Werthe für den Grad der PR. sämmtlich zu klein sind im Vergleich zu den Werthen, welche wir bei Beobachtung der Reaction schätzungsweise berechnen, ist bereits S. 30—31 erörtert. Die Unterschiede entstehen daher, dass wir erstens nicht den wahren Werth a, sondern einen zu kleinen Werth a messen, und dass wir zweitens in b und c nicht die jedesmalige Minimal-, sondern die jedesmalige Finalweite messen. Obschon diese Gründe wesentlich dahin wirken, das Verhältniss von $\frac{a}{b} : \frac{b}{c}$ zu Gunsten von $\frac{b}{c}$ zu verschieben, ergibt doch noch die Tabelle durchweg, mit einziger Ausnahme der die wenigen grauen Augen umfassenden Rubrik 6, für $\frac{a}{b}$ einen entschieden höheren Werth als für $\frac{b}{c}$. Es verhält sich durchschnittlich $a : b : c = 7 : 5 : 4$

Es betrug	bei x Schü-lern.	der Durchschnittswerth von					
		a	b	c	$\frac{a}{c}$	$\frac{a}{b}$	$\frac{b}{c}$
1. Prima-Tertia, Emm.	25	6,70	5,0	3,92	173,6	135,4	128,0
2. Quarta-Sexta, Emm.	57	6,86	5,2	4,18	166,5	133,7	124,9
3. Summe der Emmetr.	82	6,81	5,14	4,10	168,7	134.3	125,9
4. Blaue Iris	54	6,77	5,06	4,00	171,3	134,5	127,4
5. Braune Iris	50	6,82	4,97	3,99	174,7	140,0	125,0
6. Graue Iris	16	6,95	5,31	4,01	176,7	132,2	132,7
7. Emmetropen	82	6,81	5,14	4,10	168,7	134,3	125,9
8. Hyperopen	5	6,76	4,92	3,88	175,6	140,6	126,6
9. Myopen	33	6,84	4,89	3,77	184,3	141,3	130,3
10. Totalsumme	120	6,815	5,06	4,00	173,3	136,5	127,1
11. Myopen, stark	5	7,00	4,60	3,56	198,4	153,4	129,6
12. Myopen, mittel	8	6,78	4,90	3,88	178,7	139,4	127,3
13. Myopen, schwach	20	6,82	4,95	3,78	183,1	139,0	131,7
14. Myopen-Summe	33	6,84	4,89	3,77	184,3	141,3	130,3
15. Astigmatiker (mit $S \gtrless 1$)	6	6,63	4,70	3,57	189,5	143,3	132,2
16. Prima Sehschärfe	38	6,63	5,07	4,09	165,7	131,6	124,7
17. Subnormale S.	10	6,88	5,00	4,10	170,8	139,8	122,5

der Maximalwerth von						der Minimalwerth von					
a	b	c	$\frac{a}{c}$	$\frac{a}{b}$	$\frac{b}{c}$	a	b	c	$\frac{a}{c}$	$\frac{a}{b}$	$\frac{b}{c}$
8,2	6,4	5,2	231	180	156	4,8	4,0	3,0	133	109	109
*8,8	7,8	6,6	206	181	159	4,6	3,4	2,8	123	110	109
*8,8	7,8	6,6	231	181	159	4,6	3,4	2,8	123	109	109
8,2	6,6	5,2	241	182	162	4,6	4,0	3,0	129	112	109
*8,8	7,8	6,6	218	185	147	4,6	3,4	2,8	123	110	109
8,0	7,0	5,6	231	181	159	4,8	4,2	3,2	133	109	110
*8,8	7,8	6,6	231	181	159	4,6	3,4	2,8	123	109	109
7,4	6,0	4,4	218	185	150	5,6	4,0	3,4	156	117	110
8,2	6,0	5,2	241	182	162	4,6	3,4	3,0	138	114	111
*8,8	7,8	6,6	241	185	162	4,6	3,4	2,8	123	109	109
7,8	5,0	4,2	229	177	139	6,2	4,2	3,2	167	124	119
7,6	5,8	5,2	206	171	140	4,6	3,4	3,0	138	121	111
8,2	6,0	4,6	241	182	162	5,6	4,0	3,0	141	114	116
8,2	6,0	5,2	241	182	162	4,6	3,4	3,0	138	114	111
7,8	5,6	4,2	239	182	141	5,6	3,4	2,6	140	112	125
*8,8	7,8	6,6	231	178	156	4,6	3,4	2,8	123	110	110
8,4	6,0	5,4	200	167	150	6,0	3,6	3,0	130	117	111

(genauer = 6,8 : 5 : 4). Eine weitere Bestätigung der Regel, dass der Grad der Reaetion einer Pupille mit der Ausgangsweite derselben abnimmt, erhalte ieh, wenn ieh von den 82 Emmetropen diejenigen absondere, deren Maximalweite (a) den Durchschnittswerth von a (6,81) übersteigt. Es sind dies 37, die bei einem Durchsehnittswerth von $a = 7{,}5$ einen Durehsehnittswerth von $\frac{a}{c} = 1{,}75$ aufweisen, während bei den übrigen 45 der Durehschnittswerth von $a = 6{,}2$, von $\frac{a}{c} = 1{,}63$ ist.

Die 3 ersten Rubriken illustriren, soweit es in so engen Grenzen möglieh ist, den Einfluss des Alters. Es ergibt sieh, dass die absolute Weite der Pupillen in den 3 oberen Classen um durehsehnittlieh 0,2 mm hinter derjenigen der 3 unteren Classen zurüekblieb. Nehmen wir eine durehsehnittliehe Altersdifferenz von 4 Jahren an, so bestände eine jährliehe Abnahme von 0,05, das maeht, bei einer Pupille von 5,0 Durehmesser, eine jährliche Abnahme von 1%. Danaeh würde, allgemein berechnet, eine Pupille von Durehmesser a naeh n Jahren weit sein $a \cdot \left(\frac{99}{100}\right)^n = a \cdot 0{,}99^n$; das ist annähernd:

naeh	10	20	30	40	50	60	70	80	90	Jahren
	0,9	0,8	0,74	0,67	0,6	0,55	0,5	0,45	0,4	mal den

ursprüngliehen Werth. Es würde sieh z. B. die Pupille des zwölfjährigen Emmetropen von 6,8; 5,1 und 4,1 redueiren:

mit 32 Jahren auf 5,4; 4,1; 3,2.
„ 52 „ „ 4,6; 3,4; 2,7.
„ 72 „ „ 3,7; 2,8; 2,3.

Bei dieser Bereehnung bliebe das Verhältniss der 3 Werthe zu einander (der Grad der PR) immer dasselbe. Theoretisehe Erwägungen führten uns aber früher (S. 11 f.) zu dem Sehluss, dass der Grad der PR mit der absoluten Weite theils wirklieh abnehmen muss, theils bei der vergleiehenden Prüfung abzunehmen seheint. Die Seheingründe fallen bei der Messung weg. Nur mittelst letzterer kann daher die Frage entsehieden werden, ob die vielbehauptete Trägheit der PR im Alter wirklieh besteht. Ueber eine genügende Zahl von Messungen der Pupillen von alten Leuten verfüge ieh nieht.

Berechne ich aus Schadow's (l. c. S. 198) Zahlen durch Division des Durchschnittsmaximums durch das Durchschnittsminimum (was nur annähernd richtige Resultate ergibt), den Grad der (summarischen) Lichtreaction, so erhalte ich

für die 7 20 oder < Jahre alten $\frac{6,9}{3,6} = 1,9$

„ „ 11 20—39 „ „ $\frac{4,6}{2,2} = 2,1$

„ „ 9 40—50 „ „ $\frac{5,1}{2,8} = 1,8$

„ „ 4 65—75 „ „ $\frac{4,0}{2,4} = 1,7,$

also jedenfalls keine wesentliche Abnahme des Grades der Reaction mit dem Alter.

Für die Abnahme der absoluten Weite der Pupillen im Alter macht man allgemein den Nachlass der pupillodilatatorischen Kräfte in Folge verminderter Erregbarkeit des Halssympathicus verantwortlich. Ausserdem spielen dabei vielleicht die senile Arteriosclerose und die senile „Verholzung" des Irisgewebes eine Rolle (cf. Moebius, Ref. Cbl. f. pr. A. 1883, S. 497). Die beiden letzteren Momente werden zugleich zur Erklärung der Trägheit der PR im Alter herangezogen. Michel (Arch. f. Ophth. XXVII, 2, S. 175) vermuthet, dass die verschiedene Reaction der Pupille im höheren Alter — er spricht, wie mir scheint, mit Recht, nicht kurzweg von Trägheit — auf der verschiedenen Entwicklung des vorderen Endothelhäutchens der Iris — bald auffallenden Verdickung, bald Atrophie — bei alten Leuten beruhe. Ich halte es für wahrscheinlich, dass die beiden Momente:

1) Abnahme der absoluten Weite der Pupille mit dem Alter,

2) Abnahme des Contractionsreizes mit der absoluten Weite,

zur Erklärung der Trägheit der PR im Alter, soweit sie überhaupt besteht, vollständig genügen.

Verschiedene Pigmentirung der Iris (und des ganzen Individuums) soll ebenfalls die absolute Weite der Pupille beeinflussen. Personen mit schwarzem Haar, brauner Iris und dunklem Augenhintergrund sollen im Allgemeinen weitere Pupillen haben als blonde und blauäugige. „Quo minor nimirum copia pigmenti nigri in

choroidea et iride est, eo pellucidior iris et eo minor facultas choroideae lucem resorbendi, eo major igitur copia lucis retinam irritantis.“ (E. H. Weber, S. 8.) Die geringen Differenzen in den von mir gefundenen Durchschnittswerthen (Rubr. 4—6) zeigen zu wenig Uebereinstimmung, als dass sie einen positiven Schluss zulassen. Bezüglich des Werthes *a* vergl. S. 32. Dass ich denselben, entgegen meiner dort ausgesprochenen Befürchtung, für die Braunäugigen grösser gefunden habe, als für die gleich grosse Gruppe der Blauäugigen, ist allerdings sehr auffallend und könnte wohl zu Gunsten der von Schweigger in modificirter Weise wiedergegebenen Anschauung E. H. Webers verwerthet werden.

Ferner wird behauptet, dass die Pupillenweite von dem Refractionszustand abhängig sei. Auch für dieses unerwiesene Factum sind wir um eine Erklärung nicht verlegen. Bei Hyperopie besteht starkes Accommodationsbedürfniss, daher vorwiegende Entwicklung der circulären Fasern des M. ciliaris, mangelnder Zug der Ciliarfirsten an ihren Irisfortsätzen: enge Pupille. Bei Myopie umgekehrt geringes Accommodationsbedürfniss, eher sogar das Bestreben, den Fernpunkt hinauszurücken; daher relativ mächtigere Entwicklung der radiären (und meridionalen) Fasern des Ciliarmuskels, fast ununterbrochen stärkere Zurückziehung der Ciliarfirsten: weite Pupille (Emmert, Knapps A. f. A. X, S. 421). Wenn man sich nicht gerade auf die Grösse des Werthes *a* bei den 5 hochgradig Kurzsichtigen (Durchschnitt und Minimum) steifen will (dieselben gehören alle 5 den 3 oberen Classen an), so kann man aus meinen Zahlen nur das Facit ziehen, dass ein Zusammenhang zwischen Refraction und Pupillenweite nicht besteht. Zu demselben Resultat kommt Schadow. Auffallend hoch dagegen erscheint nach meinen Tabellen der Grad der PR bei den Myopen (und auch bei den 6 Astigmatikern, von welchen 5 *Am.*, 1 *Ah.* haben). Diese Ausgiebigkeit ist zum Theil durch die Höhe des Werthes *a*, zum Theil durch die Kleinheit des Werthes *c* bedingt.

	$\frac{a}{c}$ war $>$ 173	$\frac{a}{c}$ war $\overline{=}_{>}$ 200
bei den 5 Hyperopen	2 mal = 40 %	1 mal = 20 %
„ „ 82 Emmetropen	33 mal = 40 %	8 mal = 10 %
„ „ 33 Myopen	20 mal = 60 %	12 mal = 36 %
„ „ 6 Astigmatikern	5 mal = 83 %	2 mal = 33 %

Die 5 Hypcropen kommen nieht in Betraeht, da der Grad ihrer Hyperopie $^1/_{36}$ nieht überstieg. Der Vcrgleich der Uebrigen untereinander bietct so auffallende Untersehiede, dass das Ergebniss wohl kaum als ein Spiel des Zufalls zu betraehten ist. Aber eine Erklärung vermag ich nieht zu geben.

In Rubrik 16 sind endlich noch die Knaben mit „prima Sehsehärfe“ (S. 39) und in Rubrik 17 einige von den Knaben mit subnormaler Sehschärfe zusammengestellt, nämlich diejenigen, bei welchen nicht anzunehmen war, dass die Ursaehe der Amblyopie noeh in anderer Beziehung die Pupillenweite beeinflusse, also Fälle von alten reizlosen Hornhauttrübungen oder (meist) von regelmässiger und unregelmässiger Ametropie. Wiederum ist es der Werth *a*, dessen Grösse uns stutzig maehen muss, um so mehr als wir a priori dureh Herabsetzung von Sehsehärfe nieht Vergrösserung des Werthes *a*, sondern gerade Vergrösserung der beiden Werthe *b* und *c* erwarten.

Jede Störung im optischen Leitungsapparat, welehe gleichzeitig die Bahn des centripetalen Leitungsapparates für den Pupillarreflex beeinträehtigt, vermindert die Liehtzufuhr zu den Reflexcentren und hat daher, wie Rembold (S. 54) richtig bemerkt, aueh wenn sie nur einseitig ist, Erweiterung beider Pupillen zur Folge; ich füge ein NB. hinzu: so lange wir dieselben bei Lichte betraehten. Der Werth *a* repräsentirt die Weite der Pupillen bei Absehluss alles Liehtes von den Augen, seine Grösse kann also dureh weehselnde Leistungsfähigkeit der centripetalen Pupillarfasern in keiner Weise altcrirt werden. Der wirkliche Werth *a* und der von uns gemessene Werth *a* sind aber nicht identiseh, weil wir bei Absehluss alles Lichtes sehleehterdings nicht messen können.

Von 2 Zwillingsbrüdern M. und N. mit normaler Sehschärfe etc. und ganz gleichen Pupillenmaassen, etwa a (wahrer Werth) = 7,0; a (gemessener Werth) = 6,5; b = 5,0; c = 4,0, werde der eine, N., plötzlich von totaler linksseitiger Amaurose und Reflextaubheit befallen, so haben wir bei ihm nunmehr folgende Werthe zu erwarten:

R : a (w. W.) = 7,0; a (gem. W.) = 6,5; b = 5,0; c = 5,0.

L : a (w. W.) = 7,0; a (gem. W.) = 7,0; b = 7,0; c = 5,0.

(Ob im Laufe der Zeit, in Folge des dauernden Ausfalls eines Theils der pupillenverengenden Kräfte, auch der wahre Werth a an Grösse gewinnen wird, ist eine zweite Frage, deren Erörterung jedoch nicht hierher gehört.) Vergleichen wir nun beide Knaben bei Tageslicht, so sehen wir bei M. eine mittlere Weite von 4,0, bei N. eine von 5,0, also stellen wir bei N. die Diagnose: „beide Pupillen gleichmässig erweitert". Die Diagnose ist falsch, wovon wir uns sofort überzeugen, wenn wir jedem Knaben das linke Auge verbinden und nun die Weite der rechten Pupille, sei es bei Beschattung oder bei Erhellung des rechten Auges, bei beiden vergleichen. Wir müssen also mindestens hinzusetzen: Beide Pupillen, bei Tageslicht betrachtet, sind erweitert. Genau genommen müssen wir sagen: c ist vergrössert, a (wahrer Werth) unverändert.

Wie steht es mit der Reaction? Wir prüfen bei Tageslicht und begnügen uns mit der Methode bei offenem zweiten Auge. Dass das linke Auge von N. reflextaub ist, ist bald gefunden. Die Reflexempfindlichkeit seines rechten Auges ist aber offenbar erhöht, denn der von ihm ausgelöste Reflex $= \frac{7}{5} = 1{,}4$ gegen $\frac{5}{4} = 1{,}25$ bei dem normaläugigen M. Erinnern wir uns aber, dass der Werth $\frac{7}{5}$ nicht $\frac{b}{c}$, sondern $\frac{a}{b}$ entspricht (was wir aus der Reflextaubheit des linken Auges schliessen müssen), so werden wir auch bei M. die PR. bei verdecktem zweiten Auge prüfen und den gleichen Werth $\frac{7}{5}$ finden wie für N. Das Pathologische an dem Grad der PR. von N. ist, dass $\frac{a}{c}$, die summarische PR., vermindert ist $\left(\frac{7}{5} = 1{,}4 \text{ gegen } \frac{7}{4} = 1{,}75 \text{ bei M.}\right)$.

Bei der Messung werden wir die Werthe b und c richtig finden, den Werth a dagegen nur für das blinde linke Auge von N. richtig, d. h. = dem wahren Werth a = 7,0; für das rechte Auge von N. und für beide Augen von M. muss er zu klein ausfallen; denn die zur Messung nöthige Lichtmenge wird durch die normal functionirenden Nn optici den Reflexcentren zugeleitet und bedingt eine reflectorische Verengerung. Wir fänden also statt 7,0 etwa 6,5. Gestützt auf die Resultate dieser unserer Messung würden wir uns berechtigt wähnen, den Werth a des linken Auges von N. für pathologisch vergrössert zu halten und Anisocorie zu diagnosticiren, obschon der (fingirte) Fall ein Musterbeispiel für Isocorie mit einseitiger Reflextaubheit darstellt.

2. Leidet N. anstatt an einseitiger Amaurose an nur geringer Herab-

setzung von Sehvermögen (+ Reflexempfindlichkeit) beider Augen, etwa auf $S = \frac{1}{2}$ (wie es bei den 10 Schülern mit subnormaler Sehschärfe der Fall war), so haben wir einen Einfluss auf die Pupillenweite kaum zu erwarten, und es ist wohl denkbar, dass die Messung zwar für *b* und *c* dieselben Werthe 5,0 und 4,0 ergibt, wie bei dem normalsichtigen M., für *a* dagegen einen etwas grösseren, etwa 6,7 statt 6,5; gemäss dem Gesetz: Je kleiner die Menge des auf den Reflexcentren lastenden Lichtreizes, desto grösser ist die Reflexempfindlichkeit der Retinae (desto eher werden sich also geringe Unterschiede in der Menge des den Reflexcentren zugeleiteten Lichtreizes durch ihren verschiedenen Effect auf die Pupillenweite bemerkbar machen).

3. N. sei statt von linksseitiger Amaurose plötzlich von rechtsseitiger Hemianopie befallen worden. Sitz des die Sehstörung bedingenden Krankheitsherdes sei:

I. Die Rinde des linken Hinterhauptlappens oder die Gratiolet'sche Sehstrahlung (oder der linke Tractus opticus unter der Voraussetzung, dass in ihm, wie Bechterew will, die centripetalen Pupillenfasern nicht enthalten sind), so werden absolute Weite sowohl wie Reaction der Pupillen unberührt, die Werthe:

Bds. *a* (w. W.) = 7,0; *a* (g. W.) = 6,5; *b* = 5,0; *c* = 4,0

unverändert sein. Auch wenn die Affection doppelseitig ist, also totale Amaurose besteht, bleiben die Werthe dieselben.

II. Der linke Tractus opticus sei zerstört, und die centripetalen Pupillenfasern seien in ihm enthalten. Es sind dann auf alle Fälle, mögen die Pupillenfasern sich im Chiasma total, partiell oder gar nicht kreuzen, genau so viele Nervenfasern (Seh- und Pupillarfasern) ausser Function gesetzt, wie bei Zerstörung eines Nervus opticus (peripher vom Chiasma). Wir werden also auf alle Fälle *c* = 5,0, mithin im Vergleich zu dem normalen Zwillingsbruder M. vergrössert finden.

α) Es finde keine Kreuzung der Pupillenfasern im Chiasma statt. Die Werthe für *a*, *b* und *c* bleiben genau dieselben wie für linksseitige Amaurose:

R: *a* (w. W.) = 7,0; *a* (g. W.) = 6,5; *b* = 5,0; *c* = 5,0,
L: *a* (w. W.) = 7,0; *a* (g. W.) = 7,0; *b* = 7,0; *c* = 5,0.

β) Es finde Semidecussation der Pupillenfasern im Chiasma statt, so werden wir für R und L gleiche Werthe finden, nämlich:

R u. L: *a* (w. W.) = 7,0; *a* (g. W.) etwa = 6,7; *b* etwa = 5,8; *c* = 5,0.

γ) Totale Kreuzung ist nie behauptet worden, es würde dabei sub II *α* R für L und L für R zu setzen sein.

Wenn wir bei dem Hemianopen (unter der Voraussetzung II *β*) die PR. in der gewöhnlichen Weise, bei Tageslicht und unverdecktem zweiten Auge prüfen und mit der des normalsichtigen M. vergleichen, so haben wir bei N. eine Ausgangsweite von 5,8, bei M. eine solche von 5,0 und werden, wegen der Gefahr der Ueberschätzung der Reaction der weiteren Pupille,

versucht sein, die Reaction bei dem Hemianopen als normal oder gar als abnorm ausgiebig zu bezeichnen. Die Prüfung bei verdecktem zweiten Auge wird zu dieser Täuschung weniger leicht Veranlassung geben, weil die Ausgangsweite (*a*) bei M. und N. dieselbe (7,0) ist. Das Verhältniss von $\frac{a}{b} : \frac{b}{c}$ wird bei dem Hemianopen zu Gunsten von $\frac{b}{c}$ verschoben sein. Hauptsache bleibt, dass bei Tractushemianopie (ebenso wie bei einseitiger Amaurose) die mittlere Weite beider Pupillen bei Tageslicht vermehrt und in Folge dessen der Grad der summarischen PR. vermindert ist.

Diesen theoretischen Betrachtungen steht leider in praxi die bedauernswerthe Thatsache gegenüber, dass der Zwillingsbruder M. nie vorhanden ist, und dass er auch, wegen der ungemeinen Schwankungen, denen die absolute Weite und der Grad der PR unterworfen sind, durch Mittelwerthe aus Massenmessungen nicht wohl ersetzt werden kann. Bei einseitiger Amaurose ist es nicht die absolute Weite der Pupillen, sondern die Differenz in der Reflexempfindlichkeit beider Augen, die uns als pathologisch imponirt. Bei der Tractushemianopie betrifft aber die Herabsetzung der Reflexempfindlichkeit beide Augen in gleichem Maasse. In der glücklichen Lage, z. B. bei einem Hemianopen schon vor Beginn seines Leidens die Pupillenweite gemessen zu haben, dürften wir uns nur ausnahmsweise befinden. Es scheint übrigens, dass im höheren Alter die individuellen Verschiedenheiten in der Pupillenweite und -Reaction weniger hochgradig sind als bei jugendlichen Personen.

Somit muss es vorläufig dahingestellt bleiben, ob die Veränderungen, welche die Pupillen bei Tractusläsionen eingehen, zur Unterscheidung von Tractus- und Cortexhemianopie practisch verwerthbar sind. Vom theoretischen Standpunkt aus muss aber jedenfalls die Behauptung Wilbrand's (Ophth. Beitr. 1884, S. 72), wonach zur Differentialdiagnose „die Weite der Pupillen nicht maassgebend" sein soll, als unhaltbar bezeichnet werden.

Totale Amaurose in Folge doppelseitiger Tractushemianopie unterscheidet sich bezüglich der Pupillensymptome in nichts von Amaurose durch beiderseitige Zerstörung der Nervi optici, peripher vom Chiasma, oder durch Zerstörung des Chiasmas selbst. Beide Pupillen sind „maximal erweitert" und unbeweglich

gegen Lichtreize, mit andern Worten *b* und *c* und der gemessene Werth von *a* sind alle = dem wahren Werth von *a* (in unserem fingirten Fall = 7,0). Dagegen unterscheidet sich durch diese genugsam in die Augen springenden Symptome die beiderseitige Tractushemianopie sehr wesentlich von der beiderseitigen Cortexhemianopie, bei welcher Pupillenweite und -Beweglichkeit sich normal verhalten.

Die Pupillenerweiterung ist natürlich durchaus nicht gebunden an die Sehstörung. Sie tritt ebenso gut ein, wenn die centripetalen Pupillenfasern allein, ohne die Sehfasern, functionsuntüchtig sind, also etwa durch eine Affection, welche sie nach ihrem Abgang von den Sehfasern, auf dem Wege zu den III-centren betrifft. Diesem Umstand ist entschieden bei den Erklärungsversuchen der mit Myosis einhergehenden „reflectorischen Pupillenstarre" bei Rückenmarksleiden etc. zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt worden. Ich gehe darauf hier, wo nur von dem Einfluss der Sehschärfe auf die Pupille die Rede ist, nicht weiter ein. Ebenso komme ich auf die sog. „hemiopische PR" an anderer Stelle zu sprechen.

5. Werth der Messung.

Der Werth der Messungen der Pupillenweite, auch wenn sie mit vollkommeneren Beleuchtungs- und Messungsapparaten als den von mir benutzten ausgeführt werden, beschränkt sich auf ein sehr bescheidenes Maass, hauptsächlich darum, weil es wegen der ungemeinen individuellen Schwankungen der absoluten Weite sowohl wie des Grades der Contraction schier unmöglich ist, eine auch nur einigermaassen feststehende Norm aufzustellen. Nur wo Pupillenweite und Reflexempfindlichkeit einseitig verändert sind, gibt das zweite, normale Auge ein brauchbares Vergleichsobject ab. Aber auch in diesem Fall kann die Messung nur dazu dienen, die mittelst der Prüfung der PR gewonnenen Resultate zu bestätigen und, in Bezug auf die Frage nach der absoluten Weite bei verschiedener Beleuchtung (Frage 2, 4 und 6, cf. I. Theil), zu vervollständigen. Es würde ein mehr als kühnes Unterfangen sein, Differenzen in der Pupillenweite herausmessen zu wollen, die wir bei vergleichender Beobachtung nicht entdecken können (Frage 1). Wir vermögen Unterschiede von 0,2 mm deutlich als solche zu er-

kennen; wollte die Messung mit der vergleichenden Besichtigung in Concurrenz treten, so müsste mindestens die Bedingung erfüllt sein, dass das Maass beider Pupillen gleichzeitig, also etwa mit Hülfe der Momentphotographie, fixirt wird. Auch die Erledigung der Frage 3 (Reagirt jede Pupille direct und consensuell auf Licht?) werden wir in erster Linie mittelst der Prüfung der PR erstreben. Ausnahmsweise, und hauptsächlich wohl nur bei ungenauer Prüfung, mag es vorkommen, dass diese ein negatives Resultat ergibt, während die Messung einen grösseren Werth für *a* (im Dunkelzimmer) als für *c* (im hellen Zimmer, jedesmal nach längerem Aufenthalt des Untersuchten in dem betreffenden Raume gemessen) liefert. Dass es umgekehrt nicht immer möglich ist, eine bei der Prüfung beobachtete schwache Reaction auch durch die Messung nachzuweisen, ist früher erwähnt (S. 31).

Als Regel mag es gelten — und gilt es in den später von mir mitzutheilenden Krankengeschichten, sofern nicht ausdrücklich das Gegentheil gesagt ist — den Werth *a*, wie von mir geschehen (cf. S. 35), im Dunkelzimmer, dagegen die Werthe *b* und *c* bei hellem, jedoch nicht blendendem Tageslicht zu messen, und zwar während das zu messende Auge in unser messendes blickt.

Bei normalen Pupillarverhältnissen („Isocorie, RE beiderseits normal") werden wir in der Regel keine Veranlassung haben, die Pupillenweite zu messen, oder wir werden uns eventuell mit der Messung von *c* (Frage 2) oder, um auch einen Anhaltspunkt für den Grad der Reaction (Frage 6) zu geben, mit der Messung von *a* und *c* begnügen. Jedenfalls messen wir nur ein Auge und setzen die für dieses gefundenen Werthe für beide Augen ein. Wir notiren also beispielsweise: „Pup. bds.: 6,8; 5,0; 4,0". Setzen wir noch hinzu: „Acc. 3,0" oder (wenn wir zur Prüfung der accommodativen PR eine andere Ausgangsweite als den Werth *c* wählen) „Acc. PR $= \frac{4{,}6"}{3{,}2}$, so ist die Beschreibung der Pupillarverhältnisse trotz möglichster Kürze eine vollständige.

Bei Isocorie und verschiedener RE beider Augen messen wir den Werth *c*, wie bei normalen Pupillenverhältnissen, nur für ein Auge, die Werthe *a* und *b* dagegen für jedes Auge

besonders, unter Beobachtung einer Vorsichtsmaassregel, die an der Hand eines Beispiels erläutert werden soll:

Frau Burchard, 54 Jahr, stellte sich am 29. Juni 1885 hier vor.
Links: Cataracta matura non complicata. Handbewegungen, gute Projection. RE $<$.
Rechts: sphaer $+ \frac{1}{60} \supset$ cyl $+ \frac{1}{45}$ Axe hor. Schw Z $^5/_5$. RE normal.
Es besteht Isocorie.
Pupillenweite: L : 6,0; 4,2; 3,2.
R : 5,5; 3,8; 3,2.

Der Werth *a* wurde für das linke Auge bei derselben Beleuchtung wie für das rechte gemessen, obschon zum Erkennen seiner Pupillengrenzen, wegen des stärkeren Contrastes der cataractösen Linse gegen das (dunkelbraune) Irisgewebe, eine geringere Lichtintensität ausreichend gewesen wäre. Bei Vernachlässigung dieser Vorsicht wäre die Differenz zwischen den für das rechte und linke Auge gefundenen Werthen nicht mehr der reine Ausdruck für die Differenz in der RE. beider Augen gewesen. (Streng genommen ist sie es ohnedies nicht, weil die weitere, linke, Pupille wieder mehr Licht einlässt als die rechte, wodurch die Differenz in der beiderseitigen Pupillenweite zum Theil wieder ausgeglichen wird.)

Bei Anisocorie ist, auch unter Voraussetzung gleicher Reflexempfindlichkeit der Retinae, die RE der Augen eo ipso wegen der verschiedenen Pupillenweite verschieden (cf. S. 25). Aus diesem Grunde ist die Entscheidung der Frage (5), ob beide Augen gleich reflexempfindlich sind, bei Anisocorie weder durch die Prüfung noch durch die Messung in exacter Weise zu erbringen. Es ist daher bei Anisocorie ebenso unnütz, den Werth *b* überhaupt, wie den Werth *a* in der gewöhnlichen Weise, d. h. bei totalem Verschluss eines Auges, zu messen. Dagegen ist es sehr wichtig, den Grad der Beweglichkeit jeder Pupille zu bestimmen. Um dies zu erreichen, messen wir die Weite beider Pupillen:

1) im Dunkelzimmer, während beide Augen durch seitliches Lampenlicht eben genügend erhellt werden, dass ihre Pupillengrenzen deutlich erkennbar sind. Den so gefundenen Werth werde ich a_1 nennen;
2) bei Tageslicht, während beide Augen offen sind (Werth *c*).

Da eine einseitige Erhöhung der Beweglichkeit der Pupille nicht vorkommt, so werden wir in dubio nicht fehlgehen, wenn wir bei Anisocorie diejenige Pupille für die normale (resp. für die nor-

malere) halten, welche den grössten Werth für $\frac{a_1}{c}$ aufweist. Das ist leicht gesagt, aber in praxi bleibt die Entscheidung der Frage, welche Pupille mehr und welche weniger beweglich sei, wegen der Mangelhaftigkeit unserer Messmethoden leider oft genug ein pium desiderium.

Vielleicht empfiehlt es sich in allen Fällen, also auch bei Isocorie, den Werth a_1 statt a zu messen. Bei Isocorie und verschiedener RE hätten wir dann für a_1 und für c beiderseitig gleiche Werthe, als Ausdruck der Isocorie; und nur der Werth b würde für rechts und links differiren, als Ausdruck der verschiedenen RE. Das Verhältniss von $\frac{a_1}{b}$ des rechten zu $\frac{a_1}{b}$ des linken Auges gibt uns dann einen Anhaltspunkt zur Vergleichung der RE beider Augen.

III.

Die centripetalen Pupillarfasern.

Bevor wir auf das Wesen und den anatomischen Verlauf der centripetalen Pupillarfasern eingehen, wollen wir die Frage aufwerfen:

Kann Anisocorie durch Anomalieen in den centripetalen Pupillenfasern bedingt sein?

Die Frage hängt innig zusammen mit der:

Ist normaliter die directe PR gleich der consensuellen?

oder, was dasselbe besagt: Besteht normaliter Isocorie auch dann fort, wenn ein Auge grellster, das andere gleichzeitig schwächster Beleuchtung ausgesetzt wird? Wir haben im Vorhergehenden bereits mehrfach angenommen, dass letzteres in der That der Fall sei. Und es scheint ja auch, dass, seitdem E. H. Weber energisch für die Lehre von der Gleichheit der directen und consensuellen PR eingetreten ist, ein ernstlicher Widerspruch gegen dieselbe nicht mehr laut geworden ist. Eckhard (Beiträge, 1885, S. 173) nennt als einzige Zweifler Leeser und mich. Das hängt so zusammen:

Ich habe in meiner Inaug.-Diss. (Halle, 1880, S. 13) gesagt: „Trotzdem sehen wir sehr häufig bei einseitiger Erblindung durch Processe, welche peripher vom Chiasma nervorum opticorum ihren Sitz haben, die Pupille des betroffenen Auges im Vergleich zu der des gesunden erweitert. Solche Fälle würden der Erklärung keine Schwierigkeit bieten, wenn wir annehmen dürften, dass der directe Lichtreiz doch den entschiedeneren Einfluss auf die Weite der Pupille ausübt."

Leeser (l. c. S. 13) citirt diese Stelle so: „Dass indess . . . doch die Pupille auf den directen Lichtreiz energischer reagirt, als auf den con-

sensuellen, scheint schon daraus hervorzugehen, dass bei einseitiger Erblindung in Folge von peripher vom Chiasma ablaufenden Sehnervenprocessen die Pupille des afficirten Auges gegenüber der der anderen Seite erweitert ist (Heddaeus)."

Für diese Sinnverdrehung bitte ich also nicht mich verantwortlich zu machen. Ob Leeser eine eigene Ansicht hat aussprechen wollen, wage ich nicht bestimmt zu entscheiden, halte es aber für im höchsten Grade unwahrscheinlich.

Sehadow (l. e. S. 184) sagt: „. . wie überhaupt beide Pupillen normaliter als gleich gross angesehen werden und eum grano salis auch sind." Er scheint also einen ganz leisen Zweifel doch nicht unterdrücken zu können. Bei Gelegenheit meiner Pupillenmessungen habe ich die vergleichende Besichtigung beider Pupillen bei (partieller) Occlusion eines Auges vielfach geübt und wurde nur fester bestärkt in der Ueberzeugung, dass normaliter die Gleichheit beider Pupillen auch unter diesen Umständen gewahrt bleibt, dass daher jede Differenz in der Weite beider Pupillen als pathologisch anzusehen ist.

Wenn nun vorübergehende, sei es partielle, sei es totale Occlusion eines Auges niemals Anisocorie bedingt, so haben wir a priori zu erwarten, dass eine solche auch dann nicht in Erscheinung tritt, wenn die Lichtabblendung eine dauernde, durch einseitige Reflextaubheit hervorgerufene ist. Bei einseitiger Cataract bleiben in der Regel die Pupillen gleich; wo ausnahmsweise die des kranken Auges erweitert ist, wird es nicht schwer sein, eine besondere Ursache dafür nachzuweisen. (Erhöhung der Tension des ganzen Bulbus, mechanischer Druck der quellenden Linse auf die Iris, Laesion der Ciliarnerven bei Cataracta traumatica etc.) Uncomplicirte Cataract bedingt aber auch niemals Reflextaubheit, sondern höchstens Herabsetzung der Reflexempfindlichkeit des betreffenden Auges. Bei totaler einseitiger Reflextaubheit (+ Amaurose) finden wir im Allgemeinen zweifellos viel häufiger Anisocorie als Isocorie. Aber ebenso zweifellos ist es, dass es einzelne, wenn auch ziemlich dünn gesäte Fälle von einseitiger Reflextaubheit gibt, bei denen trotz langen Bestehens Isocorie vorhanden ist. Ich citire:

1. Nieden (Arch. f. Aughk., XII, S. 30—52). 28j. Bergmann. Act.: Fall auf den Kopf. Diagn.: Partielle Discission des Chiasma. Symptome: Diabetes insipidus; rechtsseitige VI-paralyse und Gehörverlust. Ferner:

L: Totale Amaurosis + Reflextaubheit; später Atrophia papillae.
R: Temporale Hemianopie. Grenzlinie durch den Fixirpunkt, jedoch nicht genau vertical. S = 1. Reflexempfindlichkeit normal.
Isocorie.

2. Nieden (ibid.). Einem 25j. Bergmann fiel ein schweres Kohlenstück auf den Kopf. Augenbefund 2 Monate später:
R: Totale Amaurose + Reflextaubheit.
L: S = $\frac{1}{4}$. Allgemeine Gesichtsfeldbeschränkung, die Lichtperception der ganzen temporalen Hälfte herabgesetzt. Reflexempfindlichkeit erhalten. — Paralyse des VI.
Isocorie.

Einer gütigen Mittheilung des Herrn Verfassers zufolge war mehrere Jahre später (Januar 1886) allerdings „eine ganz geringe grössere Weite der Pupille des amaurotischen Auges zu bemerken."

3. Eigene Beobachtung (aus Prof. Graefe's Privatklinik; cf. meine Diss., S. 44). Ernst von S., 8 Jahr alt, wurde am 18. April 1880 mit einem stumpfen Säbel gegen das linke Auge geworfen, wonach Kopfschmerz, Brechneigung, Schlafsucht. Status am 21. April:
Links: Frische Narbe einer per I. geheilten Wunde des oberen Lids. Totale Amaurose + Reflextaubheit (concentrirtes Sonnenlicht). Aeusserlich und ophthalm. normal.
Rechts: Sc und Se normal. Reflexempfindlichkeit normal. —
Isocorie. Die Reflextaubheit des linken Auges blieb bestehen, obschon excentrisch Lichtschein wiederkehrte (worüber später). Atrophie der Pupille. Im December 1885 sah Dr. Bunge den Patienten wieder und fand die Pupillenverhältnisse unverändert, speciell keine Differenz in der Pupillenweite beider Augen.

4. Henriette Steuer, 7 Jahr, am 4. Februar 1886 in der Hallenser Kgl. Klinik vorgestellt, leidet (seit der Geburt?) an:
L: Weisse Atrophie des Opticus. Totale Amaurose + Reflextaubheit.
R: Opticus ebenfalls stark atrophisch verfärbt, besonders in seiner temporalen Hälfte. Finger in 2 Meter gezählt. RE. normal. — Isocorie.

Es ist wohl überflüssig, weitere Beispiele anzuführen, da die Thatsache, dass einseitige Reflextaubheit nicht nothwendig Anisocorie zu bedingen braucht, wohl von Niemand bestritten wird. Die Frage, ob Anisocorie durch einseitige Reflextaubheit (sowie durch Anomalieen der centripetalen Pupillenfasern überhaupt) bedingt sein kann, ist damit freilich noch nicht strikte im verneinenden Sinne erledigt; es gehört dazu streng genommen der Nachweis, dass vollkommene Durchtrennung eines Nervus opticus, etwa im Foramen opticum oder zwischen diesem und dem Chiasma, vorkommen kann, ohne dass Anisocorie besteht oder im Laufe der Zeit sich ent-

wiekelt. Ieh zweifle nicht daran, dass dieser Nachweis erbracht werden wird. Bei allen Sehstörungen, welche in intraorbitalen und intrabulbären Affeetionen begründet sind, kann es nieht Wunder nehmen, wenn die eentrifugalen Pupillennerven (III, V, Sympathieus) in Mitleidensehaft gezogen werden; der anatomische Verlauf derselben maeht es fast unvermeidlieh.

Es dürfte also der Satz feststehen, dass Anisoeorie niemals auf Anomalieen im Bereieh der eentripetalen Pupillenfasern, sondern stets — mit einer kaum in Betraeht zu ziehenden Ausnahme (der mehrfaeh citirte Fall Baumeister) — auf Anomalieen im Bereieh der centrifugalen Fasern zu beziehen ist. Nunmehr erhellt es, warum ieh am Sehluss des 1. Capitels die beiden Fragen:

1) Besteht Isocorie? (Sind beide Pupillen gleich gut beweglich?)

2) Sind beide Augen gleich gut reflexempfindlich?

so sehr in den Vordergrund gedrängt habe. Muss die erste verneint werden, so liegen sieher Anomalieen der eentrifugalen, verneinen wir die zweite, so liegen zweifellos Anomalieen der eentripetalen Nervenfasern vor. Aehnlieh wie Differenzen in der Weite beider Pupillen, so deuten aueh Unregelmässigkeiten in der Rundung einer Pupille — die übrigens bei vollständiger Isoeorie kaum vorkommen dürften — immer auf Anomalieen im Bereieh der eentrifugalen Pupillenfasern (inel. deren Endigungen in der Iris).

Die Veränderungen in den Pupillarverhältnissen, die wir bei einseitiger Zerstörung der eentripetalen Fasern zu erwarten haben, sind demnaeh (ef. S. 48 ff.):

1) auf alle Fälle: Vergrösserung des Werthes c beiderseits, dadureh bedingt: Verminderung der summarisehen PR auf Lieht beiderseits. (Der wahre Werth a bleibt unverändert.)

2) α. Sitz der Zerstörung sei peripher vom Chiasma (oder eentral vom Chiasma unter der Voraussetzung, dass eine Durehkreuzung in diesem, sei es total oder partiell, nieht stattfindet). Die Affeetion sei linksseitig:
Links: Reflextaubheit ($b = a$); der gemessene Werth a = dem wahren Werth a, also seheinbar vergrössert.

Rechts: Mangel der consensuellen PR ($b = c$); der gemessene Werth a unverändert.

2) β. Sitz der Zerstörung sei central vom Chiasma und es finde, der allgemeinen Annahme entsprechend, in diesem Semidecussation der centripetalen Pupillenfasern statt. Ob die links- oder rechtsseitigen Fasern vernichtet sind, ist dann für die Pupillensymptome gleichgültig.

Rechts und links: der gemessene Werth a nähert sich dem wahren, ist für rechts und links gleich gross, ebenso der Werth b, welcher zwischen a und c liegt, also beiderseits vergrössert ist.

Bei doppelseitiger Zerstörung der centripetalen Pupillenfasern müssen beiderseits b und c sowohl wie der gemessene Werth a = dem wahren Werth a sein; d. h. beide Pupillen werden (auch bei Tageslicht) maximal erweitert und unbeweglich auf Lichtreize erscheinen.

Ich habe in obigen Sätzen mit Absicht immer von Zerstörung und nicht allgemein von Anomalieen der centripetalen Pupillenfasern gesprochen, um nunmehr zu der Frage überzugehen: Gibt es denn nicht im Bereich jener Fasern auch Affectionen, welche nicht sofort eine totale Lähmung derselben im Gefolge haben, sondern, zunächst wenigstens, eine dauernde Reizung derselben unterhalten? Und haben wir als Effect dieser Reizung nicht eine reflectorische, beiderseits gleichmässig ausgesprochene Verengerung der Pupillen (in erster Reihe eine Verkleinerung der Werthe a und b, somit eine Verminderung des Grades der Lichtreaction), in gleicher Weise zu erwarten, wie als Folge der Lähmung jener Fasern die Pupillenerweiterung? Die directe Ursache der Pupillenverengerung würde der Spasmus der Sphincteren sein; je nach dem Grade des letzteren hätten die Pupillen die Fähigkeit, sich im Dunkeln zu erweitern, mehr oder weniger eingebüsst; dagegen würden sie auf intensive Lichtreize noch einer weiteren Verengerung fähig sein, so lange als der Spasmus der Sphincteren noch nicht sein Maximum erreicht hat; ist dies geschehen, was vielleicht auch bei einseitiger Erkrankung der

centripetalen Pupillenfasern mit hochgradiger Reizung möglich ist, in der Regel aber durch doppelseitige Affectionen, z. B. retrobulbäre Neuritis, bedingt sein wird, so wäre beiderseitige Myosis und Starre (aber nicht blos „reflectorische Starre") das Resultat.

Ich weiss nicht, ob die hier aufgeworfene Frage schon anderweitig angeregt worden ist. Jedenfalls scheint mir a priori kein Grund vorzuliegen, warum ein entzündlicher Reiz nicht ebenso gut wie der Lichtreiz oder der electrische Reiz reflectorisch eine Pupillenverengerung hervorrufen soll. Manche Formen von Myosis bei Intoxicationsamblyopieen und bei Retinitis pigmentosa mit beginnender Atrophia optici dürften in dieser Weise zu deuten sein.

Der als „reflectorische Starre" bezeichnete Zustand kann also aus Anomalieen der centripetalen Pupillenfasern resultiren, aber er muss, sofern keine Complication vorliegt, mit Mydriasis einhergehen. Auch bei gleichzeitiger Dilatatorlähmung werden die Pupillen, bei Tageslicht betrachtet, noch etwas weiter als normal erscheinen. Hat dagegen die Dilatatorlähmung schon längere Zeit bestanden und bereits zu unvollständiger Secundärcontractur des Sphincter geführt; ist das Zustandekommen der letzteren vielleicht auf reflectorischem Wege, durch entzündliche Zustände im Bereich der centripetalen Fasern, gefördert worden, so kann eine nunmehr (im Anschluss an die Entzündung) sich entwickelnde Lähmung (Atrophie) der centripetalen Pupillenfasern zwar noch Reflextaubheit, aber nicht mehr Pupillenerweiterung im Gefolge haben, während die accommodative PR erhalten sein wird, so lange die Contractur des Sphincter nicht ad maximum gediehen ist. Wir haben also: Myosis + „reflectorische Starre". Einseitige reflectorische Starre bietet der Erklärung noch grössere Schwierigkeiten. Sie kann aus Anomalieen im Bereich der centripetalen Pupillenfasern allein unter keinen Umständen hergeleitet werden, mag sie mit Mydriasis oder, wie es wohl in der Regel ist, mit Myosis vergesellschaftet sein.

Wir haben von centripetalen Pupillenfasern und den bei Krankheitsherden im Bereich derselben zu erwartenden Symptomen bis jetzt allgemein gesprochen, ohne uns darüber Rechenschaft zu geben, ob zur Unterscheidung zwischen Seh- und centripetalen Pupillen-

fasern ein Grund vorliegt. Kommen wir nicht mit der Annahme aus, dass die aus der Netzhaut sich sammelnden und den Stamm des Nervus optieus zusammensetzenden Nervenfasern qualitativ identisch sind, dass sie die im Auge empfangene Erregung den Vierhügeln zuleiten, und dass dort jede einzelne Faser durch Vermittlung von Interealarganglien einestheils mit den Sehcentren, anderntheils mit den Centren für den Pupillarreflex zusammenhängt? Stilling (Ref. im Centralbl. f. pr. A. 1882, S. 470) hält es nach seinen anatomischen Untersuchungen für „grundfalsch, anzunehmen, alle im Optieus verlaufenden Fasern dienten zum Sehen; wir wissen nicht, wie viel Fasern für reflectorische Thätigkeit bestimmt sind". Nach Gudden (Tagebl. d. 58. Vsmlg. d. Naturf. u. Aerzte in Strassburg, 1885, S. 136) ist es sogar möglich, beide Fasergattungen mieroscopisch zu unterscheiden: die Sehfasern sind dünner als die Pupillenfasern; Exstirpation eines oberen Vierhügels beim Kaninchen hat contralaterale Erblindung und Atrophie der dünnen Fasern zur Folge, während Pupillenweite und PR, sowie die dicken Fasern des Nervus optieus unverändert bleiben. Gibt es auch klinische Erfahrungen beim Menschen, welche uns zur Unterscheidung zwischen Seh- und Pupillenfasern im Nervus optieus auffordern? Und ev., wie verlaufen die centripetalen Pupillenfasern? Wenn zur Vermittlung des Sehactes und zur Vermittlung der PR verschiedene Nervenfasern dienen, so wird es wahrscheinlich auch Krankheitsprocesse geben, welche die Function der einen Fasergattung vernichten, ohne gleichzeitig die der anderen aufzuheben, es wird vermuthlich Fälle von Amaurose ohne Reflextaubheit und von Reflextaubheit ohne Amaurose geben müssen. Was sagt dazu die Pathologie?*)

1. Amaurose ohne Reflextaubheit.

Dass bei doppelseitiger totaler Erblindung die PR auf Licht fortdauern kann, ist bekannt. Man nimmt dann nach dem Vorgang von Gräfe's an, dass die Ursache der Sehstörung in den Sehcentren, central vom Abgang der Pupillenfasern ihren Sitz hat. In diesem Fall werden die Pupillen auch normale

*) Vergl. zu dem Folgenden meine Inaug.-Diss., Halle, 1880.

Weite aufweisen müssen (cf. S. 49), sofern nicht eine complicatorische Erkrankung der centrifugalen Pupillenfasern vorliegt.

In dem von Wernicke (Ztschr. f. Klin. Med. 1883, S. 361) beschriebenen Fall von Amaurose mit erhaltener PR., bei welchem die Section einen Erweichungsherd im rechten Occipitallappen und eine Einschnürung des linken Tractus opticus durch ein straff gespanntes Gefäss ergab, waren die Pupillen schon zu einer Zeit, als noch links Handbewegungen in 2 m, rechts $^{27}/_{4800}$ (Burchard) gesehen wurden, „ad maximum erweitert"; später wird die Weite auf 8 mm angegeben; es ist nicht gesagt, bei welcher Beleuchtung, also wohl bei Tageslicht. Aus der Krankengeschichte geht nicht hervor, woraus Verfasser diese abnorme Weite herleitet; die accommodative PR. ist leider nicht erwähnt.

Schlimmer steht es schon um die Erklärung, wenn der Augenspiegel als Ursache der beiderseitigen Erblindung Veränderungen der Papillen nachweist. Bei bilateraler Amaurose mit Sehnervenatrophie begegnet man nicht gar selten erhaltener Reflexempfindlichkeit. Leider sind wir nicht im Stande, aus dem Spiegelbefund den Grad der Sehstörung mit Sicherheit zu diagnosticiren; die atrophische Verfärbung mag noch so ausgesprochen sein, wir müssen immer die Möglichkeit zugeben, dass mit derselben die Fortdauer eines Restes von Lichtempfindung vereinbar sei. Wir können daher zur Deutung solcher Fälle immer zu der (freilich oft sehr gezwungenen) Hypothese recurriren, dass die Nervi und Tractus optici noch nicht total degenerirt und daher zur Fortleitung des Lichtreizes noch spurweise befähigt seien, dass aber die Atrophie sich in den Sehfasern centralwärts bis jenseits vom Abgang der Pupillarfasern fortsetze und dort hochgradig genug entwickelt sei, um dem Sehvermögen den Rest zu geben.

Leber und Deutschmann (A. f. Ophth. 27, 1, S. 301) beschreiben einen derartigen Fall: Ein 11jähriges Mädchen erblindete allmählich nach Kopftrauma.

Am 26. Mai 1876: R: S $= \frac{20}{70 - 50}$ · L: Finger in 7′. Ophth. bds. „ausgesprochene Papillitis", links im Uebergang in das atrophische Stadium. „Die Pupillen sind mittelweit und reagiren ein wenig träge".

Am 20. Juli 1876 „war sie an beiden Augen vollständig erblindet. Es war durchaus kein Lichtschein nachweisbar, obwohl merkwürdiger Weise beide Pupillen, die rechte etwas mehr als die linke, auf Lichtwechsel noch deutlich reagirten." Papillen gleichmässig matt weiss...

Am 13. August: Objectiv ebenso. Spur Lichtschein. „Der Nachweis des Lichtscheins gelang anfangs auch mit hellstem Lampenlicht gar nicht; dagegen vermochte das Mädchen die Richtung einer Flamme und der Fenster richtig anzugeben, nachdem sie eine Weile mit dem Kopf und den Augen gesucht hatte; die Pupillen reagirten nicht auf hellstes Lampenlicht, verengerten sich aber dem hellen Fenster gegenüber ziemlich bedeutend; offenbar war der vorhandene Lichtschein auf ein sehr kleines Gesichtsfeld beschränkt.“ Ausgang in Atrophie. (Offenbar war vom 20. Juli bis 13. August die RE. beiderseits gesunken; daraus leite ich die Vermuthung ab, dass die Spur Lichtschein, welche in dieser Zeit zurückkehrte, nur excentrisch empfunden wurde. H.)

In der hiesigen Klinik wurde Ende October 1885 folgender Fall 8 Tage lang beobachtet und u. A. den Herren Proff. Becker und Knapp, als sie die Anstalt mit ihrem Besuche beehrten, vorgestellt: Frau Liebmann, 28 Jahr alt, litt in ihrer Jugend an Symptomen schwerer Chlorose, heirathete im Mai 1884 und concipirte sofort. Im Mai und Juni oft Kopfschmerzen. Dieselben nahmen Anfangs Juli zu, von Tag zu Tag, betrafen vorwiegend die rechte Seite des Vorderkopfes, waren von Erbrechen und von Schmerzen im rechten Arm und Bein begleitet und gipfelten nach c. 6 Tagen in einem Anfall von Raserei, auf den 24stündiger Schlaf folgte. Beim Erwachen daraus tastete sie nach Aussage des Ehemannes — ihr selbst fehlt von da bis zu ihrer Entbindung (incl.) jede Erinnerung — bereits nach vorgehaltenen Objecten, S. sank dann immer mehr, etwa Mitte September (1884) war sie ganz blind und blieb es. In der Zeit bis zur Entbindung währten die Kopfschmerzen und das Erbrechen fort, die Kranke phantasirte viel, hatte aber doch freie Momente, wo sie richtige Antworten gab und geordnet sprach. Im November und December allgemeine Krämpfe, besonders heftig um Weihnachten. Nie Oedeme, nie Temperaturen über 38, der Urin sei immer normal gewesen. Die Kranke war immer an's Bett gefesselt und schliesslich in Folge des unablässigen Erbrechens bis zum Skelet abgemagert. An vorzeitige Einleitung der Geburt, wozu ja schon das Erbrechen allein die Indication abgegeben hätte, scheint von Seiten der behandelnden Aerzte nie gedacht worden zu sein.

Am 9. Februar 1885 wurde sie von einem sehr kleinen Kinde entbunden, welches gleich Krämpfe hatte und mit 4 Monaten starb. Sie selbst fühlte sich seit der Entbindung „wie neugeboren“. Am 17. Februar kehrte zwar ein Krampfanfall mit folgender Bewusstlosigkeit wieder, derselbe blieb aber vereinzelt, P. ist seitdem völlig frei von Kopfschmerzen und hat sich körperlich gut erholt, so dass sie jetzt fast „blühend“ genannt werden könnte, wenn nicht der deprimirte Gesichtsausdruck davon abhielte. Seit Juli hat sie die Menses wieder, in den Pausen etwas Fluor; ihre einzigen Klagen beziehen sich jetzt (26. October 1885), abgesehen von zeitweisen „rheumatischen“ Schmerzen im linken Hüftgelenk, auf die Blindheit.

Motilität, Sensibilität, Urin etc. normal. P. ist total amaurotisch (stärkste Contraste). Das linke Auge steht etwas divergent und etwas tiefer als das rechte, beide zeigen leichten Nystagmus rotatorius; diese Störungen haben indess schon vor der Erblindung bestanden. Medien klar. Beide Papillen zeigen das Bild ausgesprochener (allerdings nicht ausge-

sprochenster) neuritischer Atrophie. Gegen die Annahme von Simulation oder Aggravation spricht ausser diesem ophth. Befund und dem ganzen Benehmen der Kranken meines Erachtens gerade das auffallende Verhalten der Pupillen: Die RE. ist im Erlöschen begriffen.

Es besteht Isocorie. Prüft man die PR. im hellen Zimmer durch Auflegen der Hand, so ist keine Bewegung auf Lichtreize nachzuweisen, während die accommodative Reaction (Fixation der eigenen Hand) ziemlich prompt von Statten geht $\left(\frac{3,8}{3,4}\right)$. Nach kurzem Aufenthalt im Dunkelzimmer sind die Pupillen bedeutend weiter ($a = 7,5$). Das mit dem Augenspiegel reflectirte Licht einer grellen Gasflamme bringt keine Verengerung hervor, ebensowenig das mittelst seitlicher Beleuchtung concentrirte Lampenlicht, wenn man es, in kurzen Zwischenräumen mit Beschattung wechselnd, in die Pupille fallen lässt. Bleibt dagegen das Auge längere Zeit, $^1/_2$ Minute und mehr, in dem Focus der Convexlinse, so bemerkt man mit einem Mal langsame, aber ziemlich ausgiebige, scheinbar ganz irreguläre Oscillationen beider Pupillen. Dass diese indessen nur vom Licht und nicht etwa von psychischen Einflüssen etc. abhängen, geht daraus hervor, dass sie bei herabgesetzter Beleuchtung fehlen. Der Schein der Unregelmässigkeit wird, wie wiederholte Untersuchungen zeigen, dadurch erweckt, dass die Zeit, welche vom Beginn der Erhellung bis zum Beginn der Contraction verstreicht, eine c. 10 mal grössere ist als beim normalen Auge. Ebenso träge wie der Uebergang aus der Maximal- in die Minimalweite, erfolgen die Oscillationen, welche zwischen Minimal- und Finalweite liegen. Die Intensität des concentrirten Lampenlichtes ist also zur Auslösung des Pupillarreflexes bei momentaner Einwirkung ungenügend; der Lichtreiz muss sich, wie es scheint, erst summiren, um zur Ueberwindung der in den centripetalen Pupillenfasern gelegenen Leitungswiderstände mächtig genug zu sein. Bei Anwendung stärkerer Lichtcontraste (diffuses Tages- oder Sonnenlicht nach längerem Verweilen im Dunkelzimmer) erfolgt eine prompte und ausgiebige Contraction. Die Messung der Pupillenweite ist bei der P. sehr leicht, weil alle Schwankungen fehlen, sobald sich die Pupillen einmal der herrschenden Beleuchtung angepasst haben. Sie ergibt: $a = 7,5$; c (nach längerem Blick in die grelle Gasflamme) $= 5,7$; c (bei Tageslicht) $= 3,8$; c (bei Sonne) $= 2,3$. Die Pupillen besitzen also eine ungeheuere Excursionsfähigkeit unter dem Einfluss wechselnder Beleuchtung $\left(\frac{7,5}{2,3} = 3,3!\right)$, obwohl man bei nur einigermaassen oberflächlicher Untersuchung Reflextaubheit diagnosticiren könnte. Dieser Umstand dürfte, beiläufig gesagt, mitunter zur Unterscheidung zwischen Reflextaubheit und Oculomotoriusparalyse zu berücksichtigen sein, zumal das Fortbestehen der accommodativen PR. bei beiderseitiger Reflextaubheit (+ Amaurose) durchaus nicht immer erwartet werden darf. Noch sei bemerkt, dass es bei der P. gleich war, ob man die rechten oder linken Retinahälften erhellte, und dass der Versuch, die Pupillen der Schlafenden zu sehen zu bekommen, leider missglückte.

Nach der letzten Nachricht des Ehemanns vom März 1886 ist noch Alles unverändert.

Den Uebergang von den doppelseitigen zu den einseitigen Amaurosen bilden die Fälle von totaler Erblindung des einen bei unvollständiger Erblindung des anderen Auges. Zeigt sich dabei die RE beider Augen erhalten, so stösst man mit dem Versuch, die Functionsstörung auf centrale Ursachen zurückzuführen, schon auf grössere, aus der Semidecussation der Sehfasern im Chiasma erwachsende Schwierigkeiten. Zwei hierher gehörige Fälle habe ich bereits in meiner Dissertation (S. 21) besprochen. Der eine ist von Samelsohn*), der andere von Jodko**); in beiden ist der Gedanke an eine Complication des Sehnervenleidens mit Hemianopie nicht ganz von der Hand zu weisen. Das gleiche gilt von folgenden beiden Fällen:

1. Herter***) (aus der Schweigger'schen Klinik). Ein 47-j. Gensdarmes klagte nach einem Ritt bei heftigem Schneegestöber zunächst über Thränen und Brennen beider Augen, dann über subjective Farbenerscheinungen, später Abnahme des S. auf dem linken Auge und namentlich übet einen ausgedehnten Gesichtsfelddefect an der temporalen Seite desselben, welchen er mit einer dort angebrachten Scheuklappe verglich. (Wer denkt dabei nicht an Hemianopie?)

Bei der ersten Vorstellung wurde constatirt:

L: Fehlen jeden Lichtscheins.

R: Sc. $\frac{2}{3}$, sehr erhebliche concentrische Gesichtsfeldbeschränkung.

RE bds. gut, L etwas $<$ als R. Ophth. bds. n.

$^1/_2$ Jahr später auch rechts „so gut wie" völlige Erblindung (nur excentr. unt. inn. Hdbwgg.).

RE: L schwach, R kaum schwächer als unter normalen Verhältnissen. Ophth.: bds. vollständige Sehnervenatrophie.

Verfasser nimmt an, „dass einzelne Sehnervenfasern soweit functionsfähig geblieben sind, dass sie zur Auslösung einer Reflexaction im Gebiet des Oculomotorius ausreichten, während der durch sie vermittelte Gesichtseindruck zu gering war, um als solcher beobachtet zu werden."

2. Uhtoff†). 41-j. Frau, L seit 2 Jahren erblindet, S = 0. Kein Lichtschein. Pupille reagirt direct und consensuell „deutlich" auf Licht, „gewiss eine sehr bemerkenswerthe Thatsache . ."

R: Finger 4'. Gesichtsfeldbeschr. (O., J., U. 15°, A. 30°) Pupille starr (Paralyse d. III). Normale Färbung der Papille, nur scharfe Grenzen und enge Gefässe.

---

*) Samelsohn, Arch. f. Ophth. XXI, 1, S. 150—178, cas. III.

**) Jodko, ref. im Centralbl. f. pr. A. 1877, S. 71—72.

***) Herter, Charité-Annalen pro 1875, S. 521.

†) Uhtoff, Arch. f. Ophth., XXVI, 1, S. 269.

Vollkommen einwandsfrei würden nur solche Fälle von totaler einseitiger Amaurose mit erhaltener RE sein, bei welchen die Function des anderen Auges normal ist. Gibt es dergleichen Fälle? Ich habe in meiner Dissertation (S. 21, f.) deren drei mitgetheilt, einen von Frohn, einen von Königstein und einen in der Gräfe'schen Klinik beobachteten, in welch' letzterem am ersten Tage Amaurose + Reflextaubheit bestand, am zweiten die RE, und am dritten auch die Lichtempfindlichkeit wiedergekehrt war. Ich selbst habe die beiden folgenden Fälle untersucht, welche das Vorkommen totaler einseitiger Amaurose bei erhaltener RE entschieden zu bestätigen schienen, aber bei genauerer Prüfung doch nicht bestätigten, indem sich schliesslich herausstellte, dass die Amaurose keine absolute war.

1. Leopold S., 14 Jahr, einer der in Idar untersuchten Schulknaben, leidet an angeborenem beiderseitigen Nystagmus horizontalis (auch die Mutter habe das „Augenzittern"). Das rechte Auge bietet sonst nichts Abnormes. Links besteht: Cataracta calcaria partim accreta. Phthisis bulbi (Irisdchm. 10,0 gegen 12,0, T <, Sensib. bds. gleich) und mässige Convergenzstellung (c. 5 mm). Die nystagmischen Bewegungen, c. 100 in der Minute, sind beiderseits isochron, links etwas ausgiebiger, wachsen der Zahl und dem Grade nach bei Rechtswendung des Blicks und bei forcirter Fixation eines Objectes, hören aber auch bei Linkswendung der Blickrichtung nicht vollständig auf. Die einzelne Excursion, in der Mittelstellung 1—2 mm, bei Blick nach rechts bis 3—4 mm betragend, besteht aus einer Zuckung nach links hin und einem langsameren Zurückgehen nach rechts. An den Bewegungen wird nichts geändert durch Hebung und Senkung des Blicks, Wechsel der Accommodation, Exclusion des linken Auges. Occludirt man dagegen das rechte, so geht das linke langsam in den inneren Winkel und steht ruhig, ausnahmsweise behält es noch eine Weile, während deren die Schwingungen an Lebhaftigkeit zunehmen, seine vorherige Blickrichtung bei, um sich erst dann nach innen in die Ruhestellung zu begeben. Keinerlei (subjective) Scheinbewegungen. Linke Pupille enger als rechte und nur wenig beweglich. Messung durch den Nystagmus erschwert, besonders links (Iris grau). Links a etwa $= 2{,}4$, $c = 1{,}2$. Rechts 5,4; 3,6; 3,0 (Lampe). RE. bds. erhalten, links <, aber zweifellos nachweisbar, sowohl bei Tages- wie bei Lampenlicht. Die Functionsprüfung (für das rechte Auge bei Linkswendung des Blicks) ergab:

1) am 14. April 1883: L: Kein Lichtschein (conc. Gasflamme im Dunkelzimmer, sowie diffuses Tageslicht nach Occlusion mit der Hand). R: Sn $^{20}/_{200}$, mit planblau Sn $^{20}/_{40}$. Nähe Sn $1^1/_2$ in 3″, mit planblau in 8″. Farben und Gesichtsfeld normal.

2) im Juni 1883: L: präciser Lichtschein, im Freien bei concentr. Sonnenlicht geprüft, welches Anfangs nur als Wärme empfunden wurde. Von

nun an auch bei Lampe guter Lichtschein, Projection zunächst nur nach oben und unten richtig, nach Atropin (: Erweiterung nach oben und innen) allseitig präcise. Grelle Lampe erzeugt das Gefühl der Blendung.

R: Sn 200; mit planblau nur 100, mit $-\frac{1}{50}$ blau Sn 50 in 20'.

Verordnung: planblaues Glas. Tenotomie des R. int. sin. vorgeschlagen, aber nicht bewilligt. (Da Convergenz bestand, hätte sie jedenfalls cosmetisch gebessert, ob sie den Nystagmus beeinflusst hätte, würde der Erfolg gezeigt haben.)

2. Wilhelmine Sch., 21 Jahr, kräftige Arbeiterin, stellte sich am 20. August 1885 in der Kgl. Klinik in Halle wegen acuter totaler Erblindung des linken Auges vor. Am 10. August hatte sie während der Feldarbeit leichtes Drücken und Stechen in beiden Augen gespürt, dasselbe aber wenig beachtet. Als es sich jedoch wiederholte, prüfte sie (am 14.) jedes Auge einzeln und fand das linke total erblindet. Seitdem hatte sie keine abnormen Sensationen mehr. Bewegungen frei und schmerzlos; nur bei forcirter Linkswendung „strammt es" in dem linken Auge. Druck auf letzteres schmerzt, auf das rechte nicht. T. bds. gleich. Ophth.: links die temporale Papillenhälfte etwas stärker injicirt als rechts, sonst normaler Befund. Diagnose: Retrobulbäre Neuritis. — Isocorie.
Rechts: Emm. Schw. Z. $^5/_5 — ^5/_4$. RE n., Se n., Fs. n.
Links: Amaurose. RE $<$.

Bei unverdecktem oder nur partiell verdecktem rechten Auge war RE des linken Auges nicht nachweisbar. Verschliesse ich dagegen (bei Tageslicht oder Sonnenlicht) beide Augen $^1/_2$ Minute lang möglichst vollständig durch meine hohl aufgelegten Hände und lasse nun plötzlich das linke Auge frei, so zeigt dessen Pupille eine deutliche Contraction. Dagegen wird, auch wenn der Verdunkelung die Einwirkung concentrirten Sonnenlichtes folgt, keine Spur von Lichtschein angegeben. Dass trotzdem Lichtschein vorhanden war, entdeckte ich zufällig. Ich hatte im Ophthalmoscopirzimmer die Pupillenweite des linken Auges ($a = 7{,}3$) gemessen, während das rechte mit einer wattirten schwarzen Klappe verbunden war, und wollte nun die P. aus dem dunkelen in einen vom Tageslicht erhellten Raum führen. Beim Oeffnen der Thür gab die P. plötzlich spontan an, eben sei es „ganz hell" geworden. Die linke Pupille hatte sich dabei auf 3,7 contrahirt. Wiederholte Controllversuche lehrten, dass dieser Effect theils auf Reizung der linken, theils auf Reizung der rechten Retina zu beziehen sei. Blendete ich, während die P. in der offenen Thür stehen blieb, von ihrem rechten Auge durch Vorhalten einer dunkeln Platte vor den Verband (ohne Berührung) das Licht ab, so gab sie Verfinsterung an, und die linke Pupille erweiterte sich etwas. Nun legte ich meine rechte Hohlhand so um den Verband, dass sie denselben fest umschloss, trotzdem wurde jetzt regelmässig beim wechselnden Oeffnen und Schliessen der Thür die Empfindung von hell und dunkel durch das linke Auge vermittelt und selbstredend eine Verengerung resp. Erweiterung der linken Pupille ausgelöst. c, bei Tageslicht, war bds. $= 2{,}4$; bei Blick in die grelle Lampe, bds. $= 4{,}3$.

Ordinat: Heurteloup etc. Am 22. August bereits guter Lichtschein links, am 10. September S circa $^4/_{48}$. Entlassung.

Diese Krankengeschichten dürften wohl geeignet sein, um die Behauptung zu rechtfertigen, dass man in der Diagnose „absolute Amaurose“ nicht vorsichtig genug sein kann. Noch mehr gilt dies von der Diagnose „absolutes centrales Scotom“. Gesetzt es wäre in dem letzten von beiden Fällen ausser der Spur centralen Lichtscheins — dass diese central war, glaube ich aus später zu erörternden Gründen aus der erhaltenen RE schliessen zu dürfen — in irgend einem Theil des excentrischen Sehfeldes gute Sehschärfe vorhanden gewesen, so stehe ich nicht an zu behaupten, dass dann die Spur centralen Lichtscheins überhaupt nicht nachzuweisen gewesen wäre.

Um jedoch bei dem Thema zu bleiben, so legen die beiden Krankenberichte allerdings den Gedanken nahe, dass auch in den übrigen Fällen von angeblich totaler einseitiger Amaurose bei erhaltener RE die Totalität keine so ganz totale war. Das Vorkommen solcher Fälle muss demnach in Frage gestellt bleiben.

Auf Grund der früher citirten Beobachtungen hielt ich mich (l. c.) für berechtigt, die These aufzustellen:

„Ein diffuser Process im Sehnervenstamm, peripher vom Chiasma, welcher das Sehvermögen auf Null herabsetzt, braucht nicht nothwendig auch die PR aufzuheben, weil zur Auslösung dieses Reflexes geringere Lichtreize genügen als zur Hervorrufung einer Lichtwahrnehmung.“

Der erste Theil dieses Satzes, der in veränderter Form lautet: „Einseitige Amaurose kann bei erhaltener RE vorkommen“ — muss nach dem Gesagten zwar nicht als widerlegt, aber doch als vorläufig nicht sicher erwiesen betrachtet werden. Der zweite, begründende Theil bleibt trotzdem zu Recht bestehen; denn auch die beiden ausführlich mitgetheilten Krankengeschichten bestätigen nur das Gesetz, dass zur Auslösung des Pupillarreflexes geringere Lichtreize genügen als zur Hervorrufung einer Lichtwahrnehmung, dass mit anderen Worten die RE leichter erregbar ist als die Lichtempfindlichkeit. Es kann dies sowohl darauf beruhen, dass die PR, wie ich (l. c.) angenommen habe, ein feineres

Reagens auf Licht darstellt als die Lichtperception, als auch darauf, dass die centripetalen Pupillenfasern, falls solche existiren, gegen pathologische Processe im Sehnerven resistenter sind als die Sehfasern. Es wäre also interessant zu erfahren, ob auch unter normalen Verhältnissen die RE leichter erregbar ist als die Lichtempfindlichkeit.

Die Wahrnehmung von so minimalen Lichtquantitäten, wie in den beschriebenen Fällen zu den Sehcentren gelangten, setzt eine gute Beobachtungsgabe und Integrität des Bewusstseins voraus. Bei Kindern, Geisteskranken und schwer besinnlichen Kranken werden wir oft in der Lage sein, erhaltene RE bei Amaurose zu constatiren, ohne dass wir daraus sofort die Berechtigung ableiten dürften, Leiden im Gebiete der Nervi und Tractus optici auszuschliessen. Abnorme Weite der Pupillen muss uns immer an eine Betheiligung der Pupillenfasern erinnern; ob der centripetalen oder der centrifugalen, hat womöglich der Vergleich der accommodativen mit der Licht-Reaction zu entscheiden.

2. Reflextaubheit ohne Amaurose.

Wenn wir nach dem Vorhergehenden im Allgemeinen annehmen dürfen, dass bei Sehnervenleiden die RE nicht eher erlischt, bis auch die letzten Spuren von Lichtempfindung geschwunden sind, so bedürfen alle diejenigen Krankheitsfälle einer besonderen Würdigung, in welchen bei noch vorhandenem Sehvermögen die RE nicht mehr nachweisbar ist.

Ernst von S. (cf. S. 57) bot am Vormittag des 21. April 1880 folgenden Status:

Links: Absolute Amaurose + Reflextaubheit. O. n.

Rechts: Alles normal. — Isocorie.

Am 21., Abends 5 Uhr ein Heurteloup, um 6 Uhr entschieden Lichtschein im oberen Theil des Gesichtsfeldes.

Am 22. ebendaselbst mühsam Finger gezählt.

Am 30. April Finger excentrisch nach oben, etwa 20^0 über der durch die Augen gelegten Horizontal-Ebene beginnend, in 6' Entfernung sicher gezählt. Dieser Status blieb bis zur Entlassung des P. (6. Mai) unverändert. Ende Mai beginnende, October 1880 ausgesprochene Atrophie der Papille.

December 1885 (Dr. Bunge): „Linker Opticus jetzt gleichmässig weiss.

Macula fehlt. Vom Gesichtsfeld der obere innere Quadrant erhalten, damit Nieden 13 in 6". Neigung zu Divergenz. Pupillarverhältnisse wie früher."

Trotz dieser relativ bedeutenden Sehschärfe blieb das linke Auge, so oft und so eingehend es auch daraufhin geprüft wurde, absolut reflextaub.

Die Diagnose dieses Falles, der ätiologisch grosse Aehnlichkeit mit dem von Mayerhausen*) beschriebenen besitzt, wurde auf eine Läsion des Sehnerven, central vom Eintritt der Gefässe (wahrscheinlich im Canalis opticus) gestellt. „Wahrscheinlich handelte es sich um eine irreparabele partielle Continuitätstrennung, combinirt mit einem Bluterguss, dessen Resorption die Wiederherstellung des Sehvermögens im oberen Theile des Gesichtsfeldes zur Folge hatte."

Beim Durchstöbern der Literatur nach ähnlichen Fällen ergab sich, dass, wo immer eine im Vergleich zur Lichtempfindlichkeit auffallende Herabsetzung der RE eines Auges notirt war, das noch vorhandene Sehen nicht durch die centralen, sondern durch excentrische Partieen der Netzhaut vermittelt wurde. Einige ähnliche Beobachtungen, die mir seitdem bekannt geworden sind, lasse ich hier folgen.

A. von Graefe**). 8-j. Knabe mit Schädeldeformität, erblindet im Verlauf von 2 Tagen beiderseits vollständig durch Neuroretinitis. Pupillen ad maximum erweitert, beim Lichteinfall durchaus starr (v. Graefe hielt die maximale Erweiterung durch Sympathicusreizung bedingt).

Nach 5 Tagen rechts, nach 7 Tagen auch links excentrisch (AO) Lichtperception (hell brennende Lampe auf 1′ Abstand). „Einige Tage nach der ersten Lichtempfindung konnten auch die Anfänge der Pupillarcontraction constatirt werden, jedoch äusserst schwach."

4 Wochen später S bds. = $^5/_6$.

Samelsohn***). 36-j. Frau mit rechtsseitiger absoluter Amaurose + Reflextaubheit, entstanden im Anschluss an die ersten Menses, 3 Monate nach der Entbindung. Dabei die rechte Pupille „mittelweit, zweifellos weiter als die linke". Papille rechts blasser als links. — Links Alles normal.

Auf Inhalationen von Amylnitrit allmähliche Besserung der S. bis zu vollkommener Wiederherstellung des peripherischen Gesichtsfeldes (Jg. 19) bei einem centralen absoluten Scotom von etwa 10^0 Radius.

---

*) Mayerhausen, Cbl. f. pr. A. 1882, S. 44.

**) A. v. Graefe, Arch. f. Ophth. XII, 2, S. 133.

***) Samelsohn, Cbl. f. pr. A. 1881, S. 200.

„Trotz dieser verhältnissmässig bedeutenden Sehschärfe findet sich in der Krankengeschichte ausdrücklich erwähnt, dass die Pupille auf directen Lichteinfall noch immer kaum merklich reagirte, eine Beobachtung, welche ich seitdem an einigen Fällen acuter retrobulbärer Neuritis mit Ausgang in relative Heilung zu bestätigen vermochte, so lange die Lichtempfindung im Centrum des Gesichtsfeldes ganz darniederlag."

Hirschberg*). 17-j. Mädchen mit retrobulbärer Neuritis.
Links: S = 1.
Rechts: Finger auf 2' excentrisch, grosses centrales Scotom. „PR. normal. Die rechte Pupille reagirt deutlich nur auf indirecten Lichteinfall" . . . . „Bald trat Besserung ein, rechts wurde auch die directe PR. lebhaft."

Auf Grund des Falles Ernst von S. hatte ich die Hypothese aufgestellt, dass **nur das Netzhautcentrum reflexempfindlich** sei, während die normaliter nach Erhellung excentrischer Netzhauttheile beobachtete Contraction nur der wegen der Lichtdiffusion unvermeidlichen gleichzeitigen Miterhellung des Netzhautcentrums ihre Entstehung verdanke. Was unter Netzhautcentrum zu verstehen sei, Fovea centralis, Maeula lutea, maculo-papillare Zone oder ein noch ausgedehnterer Bezirk in der Umgebung, darüber gestattete der Fall kein bestimmtes Urtheil.

1. Ist diese Ansicht richtig, so wird es verständlich, warum man bei pigmentreichen normaläugigen Individuen auf Erhellung peripherer Netzhauttheile mitunter gar keine PR eintreten sieht (cf. S. 32, Schweigger); denn wäre die von dem Lichtreiz direct getroffene Netzhautpartie reflexempfindlich, so würde jeder Reiz, welcher zur Hervorrufung einer Lichtempfindung genügt, zweifellos auch zur Auslösung des Pupillarreflexes mächtig genug sein.

2. Vergleicht man bei einseitiger Cataracta matura die RE des cataractösen mit der des anderen (normalen) Auges, so erhält man zuweilen, je nach der Methode der Prüfung, verschiedene Resultate. Bei directer Beleuchtung des Netzhautcentrums (durch den Augenspiegel) erweist sich das normale Auge als das reflexempfindlichste, bei seitlicher Beleuchtung peripherer Netzhauttheile sind sowohl die primäre Contraction als auch die sich daran anschliessenden Oscillationen viel lebhafter und ausgiebiger, wenn das

*) Hirschberg, Cbl. 1884, S. 185.

cataractöse, als wenn das normale Auge erhellt wurde; es wird also der Schein erweckt, als sei jenes das reflexempfindlichere. Der Grund für diese paradoxe Erscheinung liegt in der starken Diffusion des Lichtes durch die cataractöse Linse, auf deren Bedeutung für die PR bei Cataract schon A. von Gräfe (A. f. Ophth. II, 1, S. 269), wenn auch in ganz anderem Sinne, als hier geschehen, aufmerksam gemacht hat. In beiden Fällen, sowohl bei der Augenspiegel- wie bei der seitlichen Beleuchtung, wird von dem in das cataractöse Auge eindringenden Licht ein grösserer Theil von seiner ursprünglichen Richtung abgelenkt, als von dem in das gesunde Auge einfallenden. Es gelangt also in dem cataractösen Auge bei der Augenspiegelbeleuchtung weniger, bei der seitlichen Beleuchtung mehr Licht zu den Netzhautcentren als in dem gesunden Auge. Ohne die Hypothese, dass die Centren allein, oder doch ganz vorzugsweise reflexempfindlich sind, wüsste ich die in Rede stehende Erscheinung nicht zu erklären.

3. Ist meine Hypothese richtig, so kann es keine „hemianopische PR“ geben. Diesen Einwand habe ich mir selbst gemacht und sofort zu annulliren versucht, indem ich bei Hemianopen mittelst seitlicher Beleuchtung bald die lichtempfindlichen, bald die blinden Netzhauthälften erhellte*). Ich war nicht so glücklich wie Andere, einen Unterschied constatiren zu können. Freilich musste ich den strictен Beweis schuldig bleiben, dass es sich bei den untersuchten Kranken um Tractus- und nicht um Cortexhemianopie handelte, da mir keiner derselben den Gefallen that, nach der Untersuchung zur Section zu kommen.

Partielle Reflextaubheit neben Blindheit der entsprechenden Netzhauttheile haben Schneller und Wilbrandt beschrieben.

Wilbrandt**) fand in einem complicirten Fall von vorwiegend linksseitiger temporaler Hemianopie mit scharf vertical durch den Fixirpunct ziehender Grenzlinie und $S = \frac{20}{20}$ die blinde nasale Netzhauthälfte auch reflextaub.

---

*) Genaueres in meiner Diss., S. 48 ff. Dieselbe erschien 1880, Wernicke's Arbeit über „hemiopische PR.“ 1883. (Fortschr. d. Med. I, S. 49). Ihm bleibt freilich das Verdienst, dem ungeborenen Kinde einen Namen gegeben zu haben.

**) Wilbrandt, über Hemianopsie etc. 1881, S. 49.

Schneller*). 57-j. Frau mit bds. Sc = 1 und Fehlen des rechten unteren Quadranten des Gf. O. u. „Pupillen mittelweit, reagiren auf Lichteinfall, ausser wenn eine kleine Flamme rechts unten gehalten wird, wobei fast jede Reaction fehlt."

Würden die Herren Autoren sich wohl anheischig machen, aus dem Ergebniss der Pupillenprüfung einen Gesichtsfelddefect zu diagnosticiren?

4. Nicht die bisher aufgezählten Gründe waren es, welche mich zur Aufstellung der These, dass nur das Netzhautcentrum RE. besitze, bestimmten, sondern lediglich der Mangel einer anderen plausibelen Erklärungsweise des Falles Ernst von S. Auch Wernicke hat sich in seinem Versuch die These zu widerlegen**) nicht darauf eingelassen, eine andere Erklärung zu geben, sondern sich damit begnügt, Fehler der Beobachtung meinerseits anzunehmen. Das ist sehr bequem, führt aber leider nicht weiter.

Wenn zur Vermittlung der PR. eigene, von den Sehfasern differente Fasern im N. opticus enthalten sind, so kann, streng genommen, aus den citirten Fällen (Ernst von S., Fall Hirschberg's und Samelsohn's) nur der Schluss abgeleitet werden, dass diese Pupillenfasern im Stamm des Sehnerven mit den das Netzhautcentrum versorgenden Sehfasern räumlich vereinigt verlaufen, dass daher beide durch einen Krankheitsherd functionsuntüchtig gemacht werden können, welcher die für die Netzhautperipherie bestimmten Sehfasern intact lässt. Damit wäre es zwar nicht sichergestellt, aber doch sehr wahrscheinlich, dass auch der Verbreitungsbezirk jener beiden Fasergattungen derselbe ist, dass also nur das Netzhautcentrum reflexempfindlich ist. Totale Reflextaubheit bei centralen Netzhaut-Affectionen habe ich nie beobachtet, auch nirgends beschrieben gefunden; in keinem der Fälle von maeularem Colobom***), soweit sie mir zugänglich waren, war eine Angabe über PR. enthalten. Dagegen habe ich auffallende Herabsetzung der RE. öfter bei centralen Blutungen, einmal auch bei genau central sitzendem subretinalen Cysticercus gesehen.

*) Schneller, Arch. f. Ophth. XXVIII, 3, S. 76.
**) Wernicke, Ztschr. f. Klin. Med. 1883, S. 370.
***) Literatur-Zusammenstellung s. i. Cbl. f. pr. A. 1884, S. 279.

Wir kehren nun zu der Frage zurück: Haben wir vom klinischen Standpunete aus Ursache, zwischen centripetalen Pupillarfasern und Sehfasern zu unterscheiden? Ich denke, wir dürfen dieselbe, zumal nach dem im letzten Absehnitt Gesagten, bejahen; denn warum sollte den centralen Sehfasern eine Eigenschaft zukommen (die RE.), die den peripheren vollständig abgeht? Es dürfte also vorläufig als wahrscheinlich gelten, dass es eigene centripetale Pupillarfasern gibt, dass diese im Stamm des N. optieus mit den dem centralen Sehen dienenden Sehfasern zusammen verlaufen, und dass sie diffusen pathologischen Proeessen gegenüber im Allgemeinen etwas widerstandsfähiger sind, als die Sehfasern.

Was wird aber aus den centripetalen Pupillarfasern im Chiasma und central vom Chiasma?

Solange man Identität der Seh- und Pupillarfasern annahm, war es überflüssig, diese Frage aufzuwerfen. Nun setzt sich dieselbe zusammen aus einer Menge von Unterfragen.

1) Sind die ep. Pupillarfasern in den Traetus optiei enthalten? Bechterew (l. e.) verneint diese Frage. Nach ihm treten dieselben hinter dem Chiasma unmittelbar in das die Höhle des 3. Ventrikels umlagernde Centralgrau und ziehen, ohne sich zu kreuzen, zu den III-Kernen; die Vierhügel liegen ausserhalb des Reflexbogens. Jede Dilatation des Ventrikels würde danach gleichmässige Erweiterung der Pupillen (bei Tageslicht) und gleichmässige Herabsetzung der RE. beider Augen bedingen müssen, ein Postulat, welches ja mit den klinischen Erfahrungen in Einklang steht.

2) Haben die das centrale Sehen vermittelnden Sehfasern und die centripetalen Pupillarfasern auch hinter dem Chiasma gemeinsamen Verlauf?

3) Findet im Chiasma eine Semidecussation der ep. Pupillarfasern statt?

Unter der Voraussetzung, dass die ep. Pupillenfasern in dem Traetus enthalten sind, würde jede durch die Obduction erwiesene

Tractushemianopie obige Frage entscheiden, vorausgesetzt, dass in vita die RE. beider Augen geprüft ist. Alfred Graefe war m. W. der erste, welcher (in seinen Vorlesungen im Winter 1879/80) auf die Bedeutung der Hemianopie in dieser Beziehung aufmerksam machte (cf. meine Diss., S. 52 ff.). Ein physiologisches Postulat, wie es für die Semidecussation der Sehfasern besteht, existirt für die Pupillenfasern nicht. Zur Erklärung der consensuellen Reaction genügen die Commissurenfasern, welche beide III-centren verbinden. Auch pathologische Thatsachen, welche mit dem Eingangs (S. 3) gegebenen Schema in Widerspruch ständen, sind mir nicht bekannt, doch gestehe ich gern, dass ich das Gebiet der Gehirnpathologie nicht beherrsche. Das Schema würde der Bechterew'schen Anschauung entsprechen.

Die endgültige Entscheidung der aufgeworfenen Fragen ist, in ähnlicher Weise wie es für die Sehfasern geschehen ist, weniger von der Anatomie und dem physiologischen Experiment als von der klinischen Beobachtung im Verein mit den Befunden am Sectionstisch zu erwarten. Die verschiedenen Möglichkeiten des Faserverlaufs und die daraus resultirenden Folgen für die absolute Weite und die Reaction der Pupillen sind früher (S. 58) besprochen worden. Der Fall Wernicke's (S. 62) würde für die Semidecussation der Pupillenfasern im Chiasma beweisend sein, wenn es feststände, 1) dass diese im Tractus opticus überhaupt enthalten sind, und 2) dass in dem speciellen Fall alle Tractusfasern zerstört waren. Moeli und Sander (Arch. f. Psych. und Nervenkrankh. 1886, S. 285) erwähnen Fälle von Tumoren im 3. Ventrikel. Bei Sander war das Höhlengrau des 3. Ventrikels einseitig zerstört; „hier fand sich Pupillenstarre intra vitam nur an dem der kranken Seite entsprechenden Auge". Wenn hier, wie zu vermuthen, das Wort „Pupillenstarre" fälschlich statt „Reflextaubheit" gebraucht ist, so wäre ja der Fall wohlgeeignet, um die Bechterew'sche Anschauung vom Verlauf der centripetalen Pupillenfasern zu stützen. Sollte sich diese Ansicht bestätigen, so könnte die Ursache einseitiger Reflextaubheit nicht nur im Stamm des N. opticus, sondern auch in den centripetalen Pupillarfasern während ihres Verlaufes vom Chiasma zu den Oculomotoriuscentren gelegen sein; die Fälle von einseitiger Reflextaubheit bei erhaltenem Sehvermögen würden also noch eine

andere (wenn auch weniger wahrscheinliche) als die oben gegebene Erklärung zulassen.

Anomalieen der Reflexcentren sind bis jetzt nicht ins Bereich der Betraehtung gezogen worden. Die Folgen derselben sind jedenfalls einestheils Störungen der RE., anderntheils Störungen der Beweglichkeit. Welcher Art aber diese, speciell die ersteren, sind, darüber ist bei dem heutigen Stand unserer Kenntnisse vom Verlauf der centripetalen Pupillenfasern ohne übermässige Weitschweifigkeit nicht zu discutiren. Wenn unser Schema (S. 3) der Wirklichkeit entspricht, müsste aus einseitiger Zerstörung des III-centrums erstens Pupillenstarre in Folge von III-lähmung, zweitens Reflextaubheit des gleichseitigen Auges resultiren.

Résumé.

Die wesentlichsten Momente, die wir bei Prüfung der Pupillarverhältnisse eines Individuums zu beachten haben, sind, kurz zusammengefasst, die folgenden:

Man unterscheide streng zwischen Störungen der Beweglichkeit der Pupillen und Störungen der Reflexempfindlichkeit der Augen resp. Retinae. Die ersteren resultiren aus Anomalieen der centrifugalen, die letzteren aus Anomalieen der centripetalen Pupillarfasern. Die ersteren alteriren sowohl die accommodative wie die Licht-Reaction, die letzteren nur die Licht-Reaction.

Um den Grad der Beweglichkeit der Pupillen festzustellen, beobachten wir die Weite der Pupillen

1) im Dunkelzimmer, während beide minimaler, d. h. eben noch zum Erkennen der Grenzen ausreichender Beleuchtung ausgesetzt sind (Werth a_1),

2) während beide durch diffuses Tageslicht erhellt sind (Werth c).

$\frac{a_1}{c}$ ergibt das Maass für den Grad der Beweglichkeit, vorausgesetzt, dass die RE. wenigstens eines Auges erhalten ist.

Das auffälligste Symptom einseitig gestörter oder beiderseits in verschiedenem Grade gestörter Beweglichkeit ist Anisocorie. Während bei beiderseits gleicher Beweglichkeit der Werth a_1 sowohl

wie der Werth c, und daher auch $\frac{a_1}{c}$ für das rechte und linke Auge gleich gross sind (Isocorie), ist bei Anisocorie entweder a_1 oder c oder beide Werthe verschieden gross.

Bei Anisocorie ist in dubio immer diejenige Pupille als die pathologisch veränderte resp. als die am meisten pathologisch veränderte anzusehen, welche am wenigsten beweglich ist (welche den kleinsten Werth für $\frac{a_1}{c}$ aufweist). Die Entscheidung dieser Frage ist aber in vielen Fällen von Anisocorie recht schwierig, oft wohl unmöglich. Noch schwerer ist es, in jedem concreten Fall zu sagen, ob eine Erweiterung auf III-parese oder auf Sympathicusreizung, sowie ob eine Verengerung auf III-reizung oder Sympathicuslähmung zu beziehen ist. Leicht ist die Diagnose nur:

1) wenn a_1 beiderseits gleich, c verschieden ist: das Auge mit dem grösseren Werth für c leidet an III-parese.

2) wenn c beiderseits gleich, a_1 verschieden ist: das Auge mit dem kleineren Werth für a_1 ist mit III-reizung behaftet.

Ausserdem darf wohl noch dies gesagt werden:

3) Eine einseitige Verengerung, die auch bei maximaler Beleuchtung (Blick in die Sonne) als solche bestehen bleibt, ist wahrscheinlich durch Sympathicuslähmung bedingt.

Dagegen dürfte aus dem Verhalten der Pupillen allein nicht immer zu entnehmen sein:

1) ob eine einseitige Erweiterung, welche bei minimaler Beleuchtung nicht zum Ausgleich gelangt, die Folge von III-lähmung oder von Sympathicusreizung ist.

2) ob eine bei mässiger Beleuchtung hervortretende einseitige Verengerung, welche bei maximaler Beleuchtung — wenn der Sphincter sein Contractionsmaximum erreicht hat — ausgeglichen ist, auf III-reizung oder Sympathicuslähmung beruht.

In diesen Fällen ist der Einfluss des Cocaïns, Eserins, Atropins etc. auf die Pupillenweite zu studiren. Des Näheren hierauf einzugehen, liegt ausserhalb des Rahmens dieser Arbeit.

Ist die Reflexempfindlichkeit beider Augen aufgehoben oder sehr

herabgesetzt, so wird der Grad der Beweglichkeit der Pupillen mittelst Prüfung der aeeommodativen PR. festgestellt (ef. S. 23 f.).

Reflexempfindlich ist ein Auge, wenn Liehteinfall in dasselbe nach vorausgegangener Beschattung eine Pupillencontraction, sei es auf dem gleichen Auge (direete PR.), sei es auf dem eontralateralen Auge (eonsensuelle PR.) oder beiderseits zur Folge hat; reflextaub ist es, wenn Erhellung desselben naeh vorheriger Verdunkelung weder eine directe noch eine eonsensuelle PR. auslöst, obsehon die Beweglichkeit der Pupillen oder wenigstens einer Pupille erhalten ist. Zum Nachweis der RE. muss selbstverständlich jedes Auge einzeln geprüft werden. Je nachdem wir dabei das zweite Auge offen lassen oder partiell oder total verdeeken, haben wir geringere oder grössere Ausgiebigkeit des Reflexes zu erwarten. Da der Grad der PR. an und für sich starken individuellen Schwankungen unterworfen ist, so ist das Hauptgewieht auf vergleichsweise Prüfung der beiderseitigen RE. zu legen. Bei Isocorie vergleichen wir am besten die consensuellen Reaetionen beider Augen mit einander (die Werthe *b*); bei Anisocorie hingegen die directe und consensuelle Reaction der am freisten beweglichen Pupille. Sind beide Pupillen starr oder unbeweglich, so ist die Prüfung der RE. unmöglich. Reflextaubheit darf nur diagnosticirt werden, wenn auch Anwendung der stärksten Liehteontraste keine Contraetion mehr zu Stande bringt. Einseitige Reflextaubheit geht mit mittlerer, beiderseitige Reflextaubheit mit starker Dilatation der Pupillen (Werth *c*) einher. Veränderungen der RE., mögen sie ein- oder doppelseitig sein, bedingen niemals Anisocorie. Einseitige Störungen der RE. sind meist auf Anomalieen der centripetalen Pupillarfasern peripher vom Chiasma zurückzuführen; auch wenn diese Fasern central vom Chiasma naeh Bechterew ungekreuzt in den 3. Ventrikel hinaufsteigen, so liegen sie doeh in dessen Wandung so nahe zusammen, dass einseitige Affeetionen nur selten vorkommen werden. Die Ursaehe von beiderseitiger Herabsetzung und Aufhebung der RE. kann ebensowohl peripher wie central vom Chiasma gelegen sein.

Die centripetalen Pupillarfasern sind mit den die Sehfunetion vermittelnden Nervenfasern wahrscheinlieh nicht identisch. Sie sind

im Stamm des N. opticus vermuthlich neben die das Netzhautcentrum versorgenden Sehfasern gebettet und scheinen gegen diffuse Krankheitsprocesse etwas widerstandsfähiger als diese zu sein. Daher ist einseitige Reflextaubheit das sicherste Zeichen von absolutem centralen Scotom. Störungen des Sehvermögens sind mit Störungen der RE. selbstredend nur dann verbunden, wenn gleichzeitig mit den Sehfasern auch die centripetalen Pupillarfasern afficirt sind, und umgekehrt.

Pierer'sche Hofbuchdruckerei. Stephan Geibel & Co. in Altenburg.

Neuester medicinischer Verlag von J. F. Bergmann in Wiesbaden.

Archiv für Augenheilkunde

in deutscher und englischer Sprache herausgegeben von

H. Knapp in New-York und **C. Schweigger** in Berlin.

Preis pro Band von 4 Heften: 16 Mark.

Der **fünfzehnte Band** enthält u. A.:

I. Originalabhandlungen. Klinische Miscellen. Von Prof. Dr. E. Fuchs in Lüttich. — Ueber unvollständige Embolie der Netzhaut-Schlagader und ihrer Zweige. Von Prof. Schnabel und Dr. Th. Sachs in Innsbruck. — Ueber Resection der Sehnerven. Von Prof. C. Schweigger in Berlin. — Vorschlag hinsichtlich der Gläsercorrection gewisser Krümmungsfehler der Cornea. Von Dr. O. Purtscher in Klagenfurt. — Ueber die Entstehung des Schielens. Von Prof. Dr. J. Stilling in Strassburg. — Ueber wahrscheinliche Ursachen der farbigen Ringe beim Glaucom. Von Prof. W. Dobrowolsky in Petersburg. — Eine angeborene Anomalie am hinteren Augenpole. Von Dr. A. Birnbacher in Graz. — Ueber einige ophthalmoscopische Veränderungen auf dem Augenhintergrunde beim Glaucom. Von Prof. W. Dobrowolsky in Petersburg. — Accommodation und Pupillenspiel. Die quantitativen Beziehungen zwischen der Pupillenverengung und der scheinbaren Abnahme der Kurzsichtigkeit. Von Johann Weidlich, med. cand., in Prag. — Ein Fall von hochgradigem Hornhautastigmatismus nach Staarextraction. Besserung auf operativem Wege. Von Dr. Hj. Schiötz in Christiania. — Bericht über vier Operationen von Cysticerus intraocularis. Von Dr. Th. Treitel in Königsberg i. Pr. — Ein Apparat zur Ermittelung von Refraction und Sehschärfe. Von Dr. F. Plehn in Berlin. — Vorfall der Netzhaut in die vordere Kammer bei in den Glaskörperraum luxirter Linse. Von Dr. E. Berger in Graz. — Ueber cilio-retinale Gefässe. Von Dr. A. Birnbacher in Graz. — Hornhaut-Impfungen zur Prüfung der Einwirkung von Cocain, Sublimat und Aqu. chlori auf infectiöses Thränensacksecret. Ein Beitrag zur Desinfectionsfrage. Von Prof. H. Schmidt-Rimpler in Marburg. — Einige Bemerkungen über die Ruhelage der Augen. Von Dr. E. Jaesche in Dorpat. — Verbesserungen an meinem selbstregistrirenden Perimeter. Von Dr. G. Mayerhausen in Freiburg i. B. — Beiträge zur Lehre vom Glaucom. Von Prof. J. Schnabel in Innsbruck. — Das Cocain und seine Anwendung. Von H. Knapp in New-York. — Die zweite Hundertreihe galvanocaustisch behandelter Augenaffectionen. Von Dr. A. Nieden in Bochum. — Zur Kenntniss der Xanthopie. Von Dr. Richard Hilbert.

II. Systematischer Bericht über die Leistungen und Fortschritte der Augenheilkunde. Von H. Magnus, C. Horstmann und A. Nieden, unter Mitwirkung von C. E. Fitzgerald in Dublin, E. Markwort in Antwerpen, P. von Mittelstädt in Brüssel, Dantone in Rom, Prof. Hirschmann in Charkow, S. M. Burnett in Washington, Schiötz und Ole B. Bull in Christiania etc.